

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГОУВПО МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

ФГОУВПО БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

ВАСИЛЕНКОВ С.В.

## **ВОДА И ЦЕЗИЙ**

БОЛЕЕ 100 ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Под общей редакцией профессора,  
доктора технических наук, академика РИА и ВАЕН  
Д.В. Козлова

Москва 2010

УДК 556.114.679; 502; 574  
ББК 22.383: 31.54  
В 19

### Рецензент

кафедра «Безопасность жизнедеятельности и инженерная экология» Брянской государственной академии (заведующий кафедрой, доктор технических наук Христофоров Е.Н.).

Василенков С.В.

Вода и цезий. Более 100 лабораторных работ.  
М.: Московский гос. университет природообустройства, 2010г. - 604 с.

В книге изложены результаты и методы практического выполнения более 100 лабораторных опытов и полевых работ по вопросам водной миграции долгоживущих радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  Чернобыльской аварии в природе.

Полевые исследования по радиоактивному загрязнению проводились на построенных до Чернобыльской аварии осушительных и оросительно-осушительных системах в Брянской области.

Исследования направлены на обоснование способов и инженерных средств, ускоряющих, усиливающих природное самоочищение от радионуклидов растительного слоя почвы, водохозяйственных объектов и др. объектов народного хозяйства с целью снижения дозы радиоактивного облучения населения.

Книга рассчитана на специалистов по охране окружающей среды.

UDK 556.114.679;502;574

There are expounded the results and methods of practical carrying-out of more then 100 laboratory researches and field works in the book on questions of water migration of long-living radio nuclides  $\text{Cs}^{137}$  of Chernobyl accident in nature.

Field works on radioactive pollution were carried out on drainage and irrigation- drainage systems in Bryansk region, which were built before Chernobyl accident happening.

The researches are directed on substantiation of methods and engineering means, which accelerate and intensify natural self clearing from radio nuclides of soil plant layer, water economy objects and other objects of national economy for reducing of irradiation dose of inhabitant.

The book is planed for specialists on environment protection.

© ФГОУВПО «Московский государственный университет природообустройства», 2010.  
© ФГОУВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия», 2010.

# **Василенков Сергей Валерьевич**

Вода и цезий. Более 100 лабораторных работ.

Научное издание

Подписано к печати

Формат

Усл.п.л.

Бумага офсетная

Тираж 100 экз

Заказ №

Отпечатано в типографии ООО «Брянская СРП ВОГ»

241011 г. Брянск, ул. Красноармейская, 15

Тел/факс (4832) 64-91-61

## Оглавление

	Стр
ПРЕДИСЛОВИЕ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
<b>ЧАСТЬ I. МЕТОДЫ И ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.</b>	10
<b>ГЛАВА I.1 Отбор проб на местности зараженной цезием – 137.</b>	10
<b>ГЛАВА I.2 Подготовка проб к лабораторным работам.</b>	12
I.2.1 Почва и грунт.	12
I.2.2 Цеолит.	12
I.2.3 Вода.	13
I.2.4 Растения.	13
I.2.5 Определение средней массы и плотности насыпного грунта для стандартной емкости 50 см <sup>3</sup> .	14
<b>ГЛАВА I.3 Лабораторные условия и оборудование.</b>	16
I.3.1 Лабораторные условия.	16
I.3.2 Лабораторные приборы и оборудование.	17
I.3.3 Лабораторная посуда и тара для отбора и хранения проб.	18
<b>ЧАСТЬ II. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ НА РАДИО- МЕТРЕ РУБ – 01П6.</b>	20
<b>ГЛАВА II.1 Устройство и работа радиометра.</b>	20
II.1.1 Устройство радиометра.	20
II.1.2 Работа органов управления <u>УИ-38П2</u> .	20
II.1.3 Принцип работы радиометра.	22
II.1.4 Подготовка и порядок включения в работу.	23
II.1.5 Определение объемной и удельной активности проб.	25
II.1.6 Дезактивация.	25
<b>ГЛАВА II.2 Особенности радиометрических измерений.</b>	27
II.2.1 Подготовка пробы к радиометрическим измерениям.	27
II.2.2 Тип измерительных контейнеров для загрузки проб в радиометр РУБ-01П6.	28
II.2.3 Способы радиометрического измерения	30
<b>ГЛАВА II.3 Способы снижения диапазона систематических и случайных погрешностей при измерении на радиометре РУБ-01П6.</b>	33
II.3.1 Погрешности зависящие от массы и объема проб.	34
II.3.2 Погрешности зависящие от плотности пробы.	35
II.3.3 Погрешности связанные с перемешиванием и распылением пробы.	36
II.3.4 Погрешности связанные с нагревом и остыванием пробы.	37
II.3.5 Погрешности зависящие от вероятностного характера самой измеряемой величины.	38
II.3.6 Влияние человеческого фактора на точность измерений.	38

<b>ЧАСТЬ III. ОПЫТЫ, ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ТЕМАМ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	40
<b>ГЛАВА III.1 Лабораторные опыты по изучению точности измерений на радиометре РУБ-01Пб.</b>	40
<b>ОПЫТЫ: 8; 8-1; 8-3; 8-4; 8-5; 8-6; 8-7; 8-8; 9; 9-1.</b>	
<b>ГЛАВА III.2 Полевые опыты.</b>	74
<b>III.2.1 Фактическое распределение радионуклидов цезия – 137 в почвах, грунтах и илистых отложениях водоемов.</b>	75
Опыты: 1п; 2п; 3п; 5п; 6п.	
<b>III.2.2 Радиоактивность воды в естественных водоисточниках.</b>	96
Опыты: 4п; 28п; 28п-1.	
<b>III.2.3 Радиоактивность рогоза и лишайника.</b>	103
Опыты: 7п-1; 7п-2; 7п-3.	
<b>III.2.4 Радиоактивность верхнего слоя почвы после Чернобыльской аварии на смежных землях орошаемых и не орошаемых участков.</b>	113
Опыты: 10п; 15п; 17п.	
<b>III.2.5 Вынос цезия – 137 с продуктами водной эрозии почв.</b>	141
Опыт: 15п-1.	
<b>ГЛАВА III.3 Лабораторные опыты.</b>	147
<b>III.3.1 Испарение радионуклидов цезия – 137 с поверхности воды.</b>	147
Опыты: 9-2; 9-4; 9-5; 9-6; 9-7.	
<b>III.3.2 Осаждение радионуклидов цезия – 137 в мутной воде вместе со взвесями.</b>	164
Опыты: 10; 10-1; 10-2; 10-3; 12; 12-1; 20-I; 20-III; 20-IV.	
<b>III.3.3 Диффузия цезия – 137 в капиллярах под слоем воды и перемещение радионуклидов во влажной почве в условиях малого испарения.</b>	194
Опыты: 14-8; 14-9; 19; 19-1; 20.	
<b>III.3.4 Испарение радионуклидов цезия – 137 из влажного грунта.</b>	215
Опыты: 14; 14-1; 14-6; 14-7; 14-10.	
<b>III.3.5 Сублимация (испарение твердых тел) и вынос цезия – 137.</b>	242
Опыты: 14-3; 14-4; 14-5; 14-12(1); 14-12(2); 14-12(3); 14-12(4); 14-12(5); 14-12(6); 14-13(5); 17; 17-1; 17-2; 17-3.	
<b>III.3.6 Вынос цезия – 137 растениями в процессе транспирации</b>	298
Опыт: 32.	
<b>III.3.7 Изменение гамма-фона в условиях экранизации.</b>	308
Опыты: 16п; 16п-1; 16п-2; 16п-3; 16-4; 16-5.	
<b>III.3.8 Перераспределение радионуклидов цезия – 137 по вертикальному профилю сухого грунта при рыхлении.</b>	325
Опыты: 20-V; 20-VI.	
<b>III.3.9 Выщелачивание радионуклидов цезия – 137 из 5см слоя почвы на приборе «Дарси».</b>	337

Опыты: 11; 13; 13-1; 13-2; 13-3; 13-4; 13-5; 13-6; 29; 33; 34; 35.	
<b>Ш.3.10</b> Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 18 см слоя почвы при периодических поливах дождеванием.	415
Опыты: 18; 18-1; 18-2; 22; 23п.	
<b>Ш.3.11</b> Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 3,0 см слоя почвы при поливах дождеванием по мокрому уплотненному слою.	450
Опыты: 25; 25-1; 25-2; 7-4.	
<b>Ш.3.12</b> Способность цеолита адсорбировать и десорбировать радионуклиды цезия – 137, при пропуске через слой цеолитосодержащего трепела радиоактивной и чистой воды.	468
Опыты: 21; 21-1; 21-3; 21-4; 21-5; 21-6; 21-7; 21-8.	
<b>Ш.3.13</b> Термофорез.	510
Опыты: 36; 36-1.	
<b>Ш.3.14</b> Радиолиз воды.	520
Опыты: 38.	
<b>Ш.3.15</b> Реабилитация существующих водоемов и поверхности почвы загрязненной цезием – 137.	545
Опыт: 39.	
ЛИТЕРАТУРА.	584
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – ПЕРЕЧЕНЬ ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.	595

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблема радиоактивного загрязнения внешней среды, с момента масштабной Чернобыльской аварии на АЭС в 1986г, поставила ряд научных и практических задач для специалистов занимающихся охраной природы и для всех, кто занимается народнохозяйственной деятельностью на территории зараженной долгоживущими радионуклидами  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ .

В основу настоящей работы положены научные исследования авторским коллективом кафедры природообустройства Брянской государственной сельскохозяйственной академии с 1998г по 2009г, исследования проводились в рамках Федеральной целевой программы «Социальное развитие села до 2010 года» при финансовой поддержке министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Целью настоящей работы являются исследования процесса перераспределения долгоживущих радионуклидов цезия-137 под влиянием самоочищающей способности природной среды и под воздействием водохозяйственных мероприятий. Водный и цезиевый режимы изучались параллельно.

Мелиорация – регулирует скорость поверхностного, внутрипочвенного, грунтового стока воды и поэтому может являться мощным средством инженерного воздействия на миграцию радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ .

Вода, практически, управляет ходом природных процессов. Жизнь «неживой природы» обеспечивается движением воды. Вода для нее является вечной движущей силой, она вездесуща, вода регулирует теплообмен в природе, с водой вносятся питательные вещества, выводятся токсины...

Согласно принципа Ле-Шетелье, любая система, выведенная из равновесия каким-либо возмущением, старается вновь вернуться в состояние равновесия, ликвидировав это нарушение.

Авария на ЧАЭС вывела систему обитания живой и неживой природы из равновесия, загрязнив ее долгоживущими радионуклидами.

Природа, следуя непреложным законам, старается подключить все свои механизмы на ликвидацию этой аварии, т.е. вернуть радиационный фон в первоначальное естественное состояние.

В этом процессе (возвращение к равновесию) вода играет главную роль, как доминирующая сила, как двигатель всех изменений в природе.

Движение воды сообразуется с влиянием окружающей среды.

В настоящей работе представлены более 100 научных экспериментов в основу, которых положено действие силы движущейся воды на перераспределение радионуклидов в окружающей среде от мест их первоначального скопления.

Задачи настоящих исследований направлены на реабилитацию территорий и водных объектов в зоне зараженной радиоактивным цезием.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе автор стремился систематизировать, обобщить и осветить вопросы практического выполнения экспериментов по исследованию закономерностей перераспределения радиоактивного цезия-137 в почве и в водной среде.

Вода – единственная материя в природе существующая в трех фазах и обладающая особыми физико-химическими свойствами растворителя. Вода легко растворяет вещества и взаимодействует с ними, независимо от того, в какой степени дисперсности – ионной, молекулярной или коллоидной – эти вещества находятся. Растворенные в ней вещества определяют в значительной мере и свойства самой воды, как жидкости при температуре выше 0°C и как твердого тела при температуре ниже 0°C.

Цезий (Cs)- щелочной металл, относится к первой группе химических элементов «Периодической системы Д.И.Менделеева». (Атомный номер -55, относительная атомная масса – 132,91 а.е.м, температура плавления – 28,5°C, температура кипения – 670°C, плотность – 1,873г/см<sup>3</sup>при 20°C).

По своему ионному радиусу Cs ближе всего к таким элементам, как рубидий (Rb)и калий (K). Атомы Cs и Rb могут заменять атомы K в кристаллической решетке минералов K.

Во всех соединениях Cs- одновалентен, химически активный элемент, соединяется с кислородом с мгновенным воспламенением, с водородом реагирует со взрывом.

Cs бурно реагирует со всеми кислотами, реакция происходит с выделением водорода и образованием соответствующих солей Cs, большинство из которых хорошо растворимы. Cs имеет 23 изотопа с массовым числом 123 ÷ 144, из них 22 изотопа – радиоактивные и только один изотоп <sup>133</sup>Cs – стабильный.

Изотопы обладающие радиоактивностью (самопроизвольным испусканием частиц или излучением из атомного ядра) называются радиоактивными.

Все радиоактивные изотопы Cs – искусственные, образующиеся либо при вынужденном делении ядер атомов тяжелых металлов в ядерных реакторах или при ядерных взрывах.

Природный Cs – встречается только в виде изотопа <sup>133</sup> Cs.

Среди всех искусственных изотопов Cs – наиболее опасен долгоживущий изотоп <sup>137</sup> Cs с периодом полураспада 30 лет.

Долгоживущие радионуклиды <sup>137</sup> Cs попав в окружающую природную среду исчезают из нее, только, в результате полного радиоактивного распада, продолжительность распада зависит также и от исходной концентрации радионуклидов. Активность <sup>137</sup> Cs, выпавшего на поверхность существующих водоемов, на поверхность почвы, растительный покров, в местах первоначального скопления уменьшается или увеличивается в результате перераспределения цезия под действием природных факторов в вертикальном и горизонтальном направлениях.

При самопроизвольном перераспределении цезия- 137 в окружающей среде происходит и самоочищение первоначальных мест его скопления, значительно быстрее, чем от действия естественного распада ядер радиоактивного изотопа.

И все-таки процесс самоочищения окружающей среды за счет самопроизвольного перераспределения, идет медленно и не всегда там, где это необходимо.

Изучив закономерности естественного перераспределения цезия – 137 и причины, вызывающие высокие концентрации в отдельных звеньях системы, человек своим вмешательством в этот процесс может способствовать ускорению процесса самоочищения.

Воздействуя целенаправленно на устранение, снижение концентрации выпавшего  $^{137}\text{Cs}$  на земную поверхность, как на первопричину, человек сможет значительно снизить расходы на борьбу с последствиями радиационного облучения и заражения живой и неживой природы.

В настоящей работе подробно описана методика и порядок выполнения полевых работ и лабораторных опытов по изучению водной миграции цезия – 137.

Для контроля изменения концентрации радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в результате перераспределения его, вызванного движением воды, в основу положен метод анализа удельной активности в исследуемой пробе до и после ее воздействия.

Радиометрические измерения выполнены на радиометре РУБ-01П6 в лабораторных условиях Брянской государственной сельскохозяйственной академии.

Пробы почвы, грунта, ила, воды, растений отбирались с 1995 до 2009гг на существующих осушительных и оросительных системах, расположенных на территории зараженной с 1986г долгоживущими радионуклидами цезия – 137 в Брянской области.

В основу исследований положены результаты работы на территории наиболее загрязненных районов после Чернобыльской аварии и в том числе в зоне отселения.

Впервые направление исследований сосредоточено на вопросах **водохозяйственной радиологии**.

Выполнено более 100 опытов, многие из них проводились одновременно. Сроки начала проведения опытов определялись произвольно, в связи с возникшей необходимостью исследования поставленного вопроса.

В Приложении 1 дан полный перечень выполненных опытов с указанием номера опыта, присвоенного в процессе исследования и название темы эксперимента.

В настоящей книге методика и порядок выполнения лабораторных опытов изложены по темам исследования и поэтому не совпадают с порядком записи лабораторных опытов приведенных в Приложении 1.

Результаты экспериментальных исследований для каждого опыта представлены в таблицах произвольной формы, которым присваивается индивидуальное обозначение, состоящее из 3-х номеров:

- номера главы по темам исследования в настоящей книге (1; 2; 3);

- номера опыта, согласно перечня полевых и лабораторных работ, см. Приложение 1, (например: 2; 15п-1; 15п ..., значок «п» в номере опыта означает, что исследования проводились в полевых условиях полностью или частично);

- порядкового номера таблицы для данного опыта (1, 2, 3).

Все названные три номера в обозначении таблицы разделяются между собой точкой, (например: таблица 3.14-7.2, где 3-номер главы; 14-7 – номер опыта согласно Приложению 1; 2- порядковый номер таблицы в данном опыте).

Рисунки (схемы) в каждом опыте обозначаются в основном из 2-х номеров: номера главы и номера опыта согласно Приложению 1.

Предлагая читателям свой опыт выполнения экспериментов в лабораторных условиях по изучению перераспределения цезия – 137 в природной среде, автор пытается заинтересовать и привлечь к решению этой проблемы всех специалистов по охране природы и особенно специалистов инженерного профиля.

# ЧАСТЬ – I МЕТОДЫ И ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

## ГЛАВА I.1 Отбор проб на местности зараженной цезием-137.

Для выезда за пробами организуется группа специалистов во главе с ответственным за тему исследования. Группа должна состоять, как минимум из 3-х человек, не считая шофера.

Для соблюдения техники безопасности:

- все члены группы должны быть снабжены резиновыми сапогами и перчатками; брюками, куртками и головным убором из толстых хлопчатобумажных или парусиновых тканей; респираторами или марлевыми масками;
- необходимо иметь запас чистой питьевой воды;
- транспорт использовать строго по назначению.

Для ориентировки на местности группа должна быть снабжена:

- региональными географическими картами М 1:100000;
- топографическим планом или схемой системы и объекта подлежащего обследованию на предмет отбора проб М 1:2000; М 1:5000;
- дозиметрами для определения фона радиационного излучения в естественных условиях (СРП-68-01, РКСБ-104-Белвар», ДКГ - 03Д – «Грач» и др.);
- рулеткой и деревянными вешками для фиксации створов и точек отбора проб.

Для основных и непредвиденных работ в поле группа снабжается следующим инвентарем и инструментами: бур-пробоотборник, штыковая лопата, молоток, ножницы, термометр, линейка со шкалой измерения, черпак для воды (или большая ложка), шпагат, клейкая лента – скотч, маркировочный фломастер, писчая бумага, карандаши, салфетки, сменная обувь и тара для проб (для сыпучих и вязких проб – полиэтиленовые мешки, для воды – пластмассовые бутылки с крышками).

При отборе проб составляется абрис (полевая схема) расположения точек и створов отбора с указанием их номера и расстояния между ними. Пробы нумеруются в соответствии с присвоенными им номерами на схеме. На тару с пробой прикрепляется бирка с указанием места отбора и ее особенности: тип пробы, глубина взятия пробы, дата взятия пробы, фон радиационного излучения в месте отбора, температура и погодные условия, экспозиция склона, с/х использование на месте взятия пробы.

Пробы почвы, грунта на местности, ила в ложе пруда (осенью, когда вода спущена) отбирались с помощью бура пробоотборника или штыковой лопатой. Пробы естественной влажности отбирались массой 500-1000г, строго фиксировалась глубина взятия пробы.

Пробы воды массой 0,5 ÷ 1 литр отбирались в естественных водоемах (прудах, каналах, в отстойниках очистных сооружений) специальным черпаком с поверхности водотока и с придонного слоя вместе с взмученным дон-

ным отложением. Каждую отобранную пробу воды заливали в отдельные пластмассовые бутылки емкостью 1-1,5 литра.

Пробы рогоза с откосов и дна канала выкапывали целиком все растение с корнями, с влажным грунтом, в котором он растет.

Корень с грунтом отделялся от стебля, сразу, на месте отбора.

Стебли и корни, с налипшим грунтом, укладывались в отдельные плотные полиэтиленовые мешки, чтобы стебли не соприкасались с прикорневым грунтом.

Зеленая масса для каждой части стебля рогоза отбиралась массой 600 ÷ 1000 г, с учетом усыхания при сушке в 3-5 раз.

Пробы лишайника собирались со стволов и тонких веток деревьев. Лишайник отделялся от коры дерева тупым скребком на высоте 1-2м от земли. Собирали лишайник в полиэтиленовые мешки в течении одних суток.

## **ГЛАВА I.2 Подготовка проб к лабораторным работам.**

Специфика радиометрических измерений, положенных в основу анализа концентрации радионуклидов в пробе, обуславливает необходимость создания специально-ориентированной методики подготовки проб.

Пробы отобранные в поле подлежат строгой регистрации, согласно присвоенному им маркировочному номеру по месту их расположения на объекте обследования.

Предварительно составляется перечень проб в виде таблиц произвольной формы. Форма табличной записи зависит от цели проведенного обследования, способа взятия проб и от особенностей самой пробы.

### **I.2.1. Почва и грунт.**

Пробы почвы и грунта естественной влажности, привезенные с поля, распаковываются и взвешиваются не позже, чем через 3-е суток, с момента полевого отбора проб. Общая масса пробы в состоянии естественной влажности, хранится в полиэтиленовых мешках в отдельном помещении, в специально закрытых шкафах.

Пробы разделяются на порции и, согласно условиям предстоящего опыта, сушатся на нагревательных электроприборах при температуре  $65 \pm 100^{\circ}\text{C}$ , в течении  $2^x \div 3^x$  суток.

Высушенные пробы, сразу, после сушки помещаются в полиэтиленовые мешки и в плотно закрытом состоянии охлаждаются, в течении 2-х, 3-х суток, в комнатных условиях.

Охлажденная проба измельчается и для равномерности измельчения вся масса пробы просеивается, без остатка, через сито с ячейками 1 мм.

Приготовленная проба взвешивается, определяется ее плотность в насыпном состоянии и засыпается в сухой полиэтиленовый мешок.

Активность цезия-137 определяется в охлажденной пробе для точности, сразу, после 2 ÷ 3-х суточного охлаждения.

### **I.2.2 Цеолит.**

Пробы цеолита отбирались в карьере цеолитосодержащего трепела Хатынецкого месторождения, Орловской области, в виде комьев размером от 5 до 20 см.

Комья дробились и высушивались на нагревательных электроприборах в течении 2-х суток.

Высушенные раздробленные комочки цеолита измельчались далее еще более тщательно. Для получения цеолита с гранулами определенного размера, измельченный цеолит просеивался через сита с отверстиями разных диаметров.

Приготовленный гранулированный цеолит для хранения засыпался в полиэтиленовые мешки по фракциям. Размеры фракций :  $< 1$  мм,  $1 \div 2$ ,  $2 \div 3$ ,  $3 \div 5$ ,  $5 \div 10$  мм.

Для каждой фракции определялась общая масса и плотность в насыпном состоянии. Активность цеолита определялась по фракциям для навесок  $100 \div 200$  г.

### **I.2.3 Вода.**

Активность проб воды, привезенных с места отбора, следует определять как можно раньше, чтобы избежать снижения активности воды за счет прилипания радионуклидов к дну и стенкам сосуда за время хранения.

Активность одной пробы воды проверяется по частям, по 200-300 грамм.

Пробу воды перед загрузкой в измерительный контейнер для определения активности, необходимо предварительно тщательно перемешивать, взбалтывать в таре для хранения.

Проба транспирационной воды (конденсата) собиралась марлевой салфеткой с внутренней поверхности полиэтиленового–пирамидального шатра, под которым выращивались растения.

Для определения активности конденсата использовался метод высушивания салфеток.

«Метод высушенной салфетки», см. Часть II.2.3. Применение этого метода измерения активности обусловлено способом сбора транспирационной воды и незначительной концентрацией радионуклидов в транспирационной воде.

### **I.2.4 Растения.**

Пробы зеленой массы и корней рогоза освобождаются от упаковки (полиэтиленовых мешков) не позднее, чем через – 1 сутки после отбора.

Пробы готовятся для 2-х состояний влажности растений:

- естественная влажность, соответствующая моменту отбора пробы;
- абсолютно-сухое состояние.

Подготовка проб рогоза в состоянии естественной влажности осуществлялась в следующей последовательности:

1. Стебли рогоза нарезаются на части:

- 30 см от корня – это подводная сплошная, утолщенная часть стебля;
- от 30 см до 80 см – это надводная утолщенная часть стебля, состоящая из отдельных листьев плотно прилегающих друг к другу.
- от 80 см до  $1,5 \div 2$  м – верхняя часть рогоза, состоящая из отдельных листьев не прилегающих друг к другу.

2. Корни рогоза освобождаются от ила и сортируются:

- «живые корни» - корни года, в котором отбиралась проба, это корни белого цвета толстые и тонкие;
- «отмершие корни» - корни прошлого года неперегнившие, коричневого цвета.

Рассортированные корни и стебель рогоза – «30 см от корня» промываются под проточной водопроводной водой, и обсушиваются в комнатных

условиях. Все рассортированные корни и стебли растения нарезаются на кусочки 0,5-1 см и фиксируется их масса в состоянии естественной влажности.

Активность зеленой массы и корней рогоза, в состоянии естественной влажности, определялась для навесок 50-100г.

Подготовка проб рогоза в абсолютно-сухом состоянии осуществлялась в следующей последовательности:

1. Приготовленные пробы стеблей и корней рогоза в состоянии естественной влажности, после измерения их активности, просушиваются при комнатной температуре 20<sup>0</sup>С в течении 3-7 суток. Далее каждая часть рогоза досушивается, с открытой поверхностью, на нагревательном электроприборе при температуре 50 ÷ 65<sup>0</sup>С, в течение 2-3<sup>x</sup> - суток.

2. Высушенные части рогоза укладываются в плотно-закрытые полиэтиленовые мешки и охлаждаются в комнатных условиях в течении 2-х суток. После охлаждения фиксируется масса сухой пробы каждой части рогоза.

Активность зеленой массы и корней рогоза, в абсолютно-сухом состоянии, определялась для навесок 30-50 грамм.

### **I.2.5 Определение средней массы и плотности насыпного грунта для стандартной емкости – 50 см<sup>3</sup>.**

Плотность сыпучих проб (почвы, грунта) зависит от многих факторов, но в первую очередь, от их агрегатного состояния, мехсостава и влажности.

Точность измерения показателей активности одной и той же сыпучей пробы (навески) измеряемой на радиометре РУБ - 01П6 зависит от плотности укладки ее в измерительном контейнере и концентрации радионуклидов в пробе.

**Концентрация радионуклидов в пробе**, засыпаемой в измерительный контейнер, зависит от тщательности перемешивания общей массы образца пробы, отобранного в намеченной точке на местности.

**Для контроля плотности укладки навески** грунта массой 200 ÷ 300г, перед загрузкой ее в измерительный контейнер, определялось среднее значение массы насыпного грунта (массы н.гр) с помощью стандартной кюветки емкостью 50 см<sup>3</sup>.

Пластмассовая кюветка емкостью 50 см<sup>3</sup>, массой 6,15г, наполнялась подготовленной пробой при помощи пластмассовой чайной ложечки, лишний грунт срезался по верхнему краю емкости линейкой. Грунт в кюветке не уплотнялся.

Взвешивание кюветки с насыпанной пробой проводилось на электронных весах с точностью 0,01г.

Для определения средней массы насыпного грунта для навески 200 ÷ 300г, проводилось 4 ÷ 6 взвешиваний в кюветке емкостью 50 см<sup>3</sup>, в зависимости от гранулометрического состава пробы.

Масса насыпного грунта (масса н.гр) для навески определяется, как среднее из 4 ÷ 6 произведенных взвешиваний.

Плотность насыпного грунта в г/см<sup>3</sup> определяется по формуле:

$$\rho = \frac{\text{средне-взвешенная масса н.гр (г)}}{\text{объем кюветки (50см}^3\text{)}}, \text{ г/см}^3$$

Если средне-взвешенная масса насыпного грунта (масса н.гр.) для двух навесок приготовленных из одной и той же пробы одинаковы, то плотность укладки каждой из них в измерительном контейнере будет одинакова, а следовательно будут равны и показатели активности двух, так тщательно приготовленных, навесок.

Из 4 ÷ 6 –ти взвешиваний стандартной 50 мл емкости с сыпучей пробой, почти, никогда не получается одинаковой массы и значит – одинаковой плотности насыпной пробы.

Из этого следует, что в пробе большого объема труднее добиться одинаковой плотности в измерительном контейнере. Амплитуда разброса значений плотности в малом объеме незначительна.

Кроме того, подмечено, что масса одного взвешивания в 50 мл емкости, определяемая из остатков данной сыпучей пробы (почва - грунт), всегда получается наименьшей.

Следовательно, в общей массе сухой пробы происходит перемещение, просыпание более мелких частиц почвы по поровым каналам, между крупными частицами, даже при незначительном сотрясении. Мелкие частицы, в силу своей наибольшей адсорбирующей поверхности, обладают и наибольшей радиоактивностью, по сравнению с крупными в данной пробе.

Было отмечено, что масса насыпного грунта изменяется от продолжительности пребывания приготовленной навески на воздухе, в зависимости от влажности комнатного воздуха. Масса насыпного грунта зависит от температурных условий, от длительности промежутка между нагревом и остыванием.

При измерении активности одной и той же пробы, разделенной по слоям вертикального профиля, масса насыпного грунта, является как бы контрольным показателем. Если масса насыпного грунта (т.е. ее плотность) больше, то активность должна быть меньше и наоборот.

Не следует путать понятия плотность насыпного грунта и плотность укладки (упаковки) грунта.

Эти понятия, при определении активности сыпучей пробы на радиометре РУБ-01П6 оказывают противоположное воздействие:

- при увеличении плотности насыпного грунта – уменьшается показатель активности пробы и наоборот;
- при увеличении плотности укладки грунта – увеличивается показатель активности пробы и наоборот.

Далее по тексту средневзвешенная масса насыпного грунта обозначается сокращенно – **масса н.гр.**

## ГЛАВА I.3. Лабораторные условия и оборудование

### I.3.1 Лабораторные условия

Изучение вопросов по исследуемой проблеме «вода – цезий-137» были проведены в лабораториях Брянской государственной сельскохозяйственной академии на кафедрах «Природообустройства и водопользования», «Почвоведения и с/х – радиологии».

Хранение и подготовка радиоактивных проб для экспериментов осуществлялись в отдельном помещении, в комнате общей площадью 10 м<sup>2</sup>, изолированной от посторонних посетителей и оборудованной водоразборным краном и сбросом в канализацию. В комнате размещались: деревянный шкаф для хранения проб, три лабораторных стола, дистиллятор, электрокалорифер для подогрева и сушки проб, электронные весы 2-х типов, с точностью до 0,01 г и до 1,0 г.

Радиометрические измерения проводились на радиометре РУБ – 01П6 с измерительным устройством УИ–38П2, установленных в специальной лаборатории для обучения студентов по с/х радиологии. Учебная лаборатория тоже оборудована водоразборным краном и сбросом в канализацию и для контроля массы измеряемых проб установлены электронные весы с точностью до 0,01 г. Комнатная температура в течении года в лаборатории была в пределах 13 ÷ 25<sup>0</sup>С, сквозняки отсутствовали, освещение – электролампы дневного света.

Установка прибора «Дарси», для выщелачивания цезия-137 из радиоактивных почв и грунта, располагалась в учебной гидравлической лаборатории. Прибор «Дарси» высотой 1,0 м, площадь поперечного сечения 266 см<sup>2</sup> (14 x 19) см, комнатная температура в течении года в лаборатории была в пределах 12 ÷ 20<sup>0</sup>С.

Характеристика климатических условий приводится по материалам государственных метеостанций:

1. Метеостанция 1-го разряда (наивысшего) при Брянской государственной с/х академии, действующая с 26.10.2004г.
2. Метеостанция 2-го разряда при Новозыбковской опытной станции ВНИИА, действующая с 1922г.

В настоящих исследованиях, при выполнении полевых и лабораторных работ, использовалась пластмассовая и стеклянная лабораторная посуда. При проведении опытов столкнулись с трудностью – недостатком стандартной лабораторной посуды соответствующих габаритов и наличием в них всевозможных дренажных отверстий и т.п.

Важнейшим видом исследовательской деятельности, в настоящих экспериментах, является выполнение продолжительных наблюдений качественного и количественного характера. Подход к решению проблемы с посудой был найден, он основан на личном темпераменте, увлеченности инженерным

вопросом обстоятельств выдвинутой проблемой и конечно связан со стремлением к знаниям.

Наша промышленность выпускает сейчас большое количество разнообразной пластмассовой посуды, как упаковка пищевых продуктов, она в основном и была использована в качестве емкостей разных габаритов и геометрических форм.

Пластмассовую посуду просто и легко изменить, приспособить, подстроить к требованиям конкретного эксперимента. Пластмасса легко режется, поэтому любую емкость можно укоротить или наоборот нарастить, вставляя одну в другую, способом раструбных соединений или внахлест. Места соединений для надежности проклеиваются скотчем. Стенки и днища легко прокалываются шилом или разогретым штырем, создавая дренажные отверстия в необходимом месте и в любом количестве.

### **I.3.2 Лабораторные приборы и оборудование**

#### Приборы для измерения радиации.

- Радиометр РУБ-01П6 с блоком детектирования БДКГ-03П и измерительным устройством УИ-38П2;
- Дозиметр РКСБ-104 «Белвар»;
- Дозиметр СРП-68-01;
- Дозиметр ДКГ-03Д – «Грач».

#### Приборы используемые при выщелачивании и промывки цезия-137.

- «Дарси» – установка  $h = 1\text{ м}$ ,  $S = 266\text{ см}^2$ , (14x19) см;
- «Ретона» – ультразвуковой прибор для обработки воды;
- «Компрессор» – прибор для насыщения воды воздухом;
- рН-метр И-500 (преобразователь ионометрический ТУ 4215-002-29074628-96 РЭ) для определения кислотности жидкостей;
- Дистиллятор с расходом 2л/час;
- Капельница – приспособление для орошения;
- Плотномер для жидкости.

#### Электроприборы.

- Светильник ДРЭЛ;
- Термостат – сушильный шкаф,  $t = 65 \div 100^{\circ}\text{C}$ ;
- Электрокалорифер,  $t = 50 \div 65^{\circ}\text{C}$ ;
- Стабилизатор, для выравнивания напряжения в сети при работе РУБ-01П6 и для сушки и подогрева проб  $t=35\div 50^{\circ}\text{C}$ ;
- Весы электронные до 10 кг, с точностью – 1г;
- Весы электронные до 0,5 кг, с точностью – 0,01г;
- Холодильная установка.

#### Прочие приборы и приспособления.

- Часы «Слава»;

- Секундомер «Агат»;
- Навески от 0,1г до 1000г;
- Рулетка,  $l=20$ м;
- Линейки с делениями, длиной 15 см, 30 см и 1,5 м;
- Топографическая рейка 2,5м;
- Термометр со шкалой Цельсия;
- Бур пробоотборник;
- Штыковая лопата;
- Нож, ножницы, скальпель;
- Молоток;
- Шило.

### **1.3.3 Лабораторная посуда и тара для отбора и хранения проб.**

#### Лабораторная стандартная посуда.

- Стеклянный мерный стакан – 0,5 литра;
- Стеклянная мензурка со шкалой – 0,1 литр;
- Стеклянная колба – 0,5 литра;
- Сита дюралевые с диаметром отверстий от 1 мм до 10 мм;
- Плошки дюралевые, со сферической поверхностью дна, емкостью 0,5 литра для сушки почвы, грунта ...;
- Плошка дюралевая с крышкой, для измельчения проб почвы, грунта..., диаметром 15 см, высотой 4 см;
- Стеклянный пестик для измельчения пробы;
- Черпак для воды, большая пластмассовая ложка – 50г;
- Черпак для сухого грунта: пластмассовая ложка – 15г;  
пластмассовая ложка – 5г;
- Вилка пластмассовая для рыхления поверхности;
- Кюветка пластмассовая емкостью 50 мл, для определения массы насыпного грунта;
- Пластмассовый измерительный контейнер, для загрузки пробы в радиометр, емкостью 1,0 литр – кюветка «Маринелли» массой – 215,15г; 215г; 210,6г;
- Стеклянные **сосуды** цилиндрической формы **без дренажных отверстий: емкостью 0,5л,  $d=8$  см,  $h=10$ см и емкостью 1,0л,  $d=10$  см,  $h=15,5$  см.**

#### Лабораторная нестандартная пластмассовая посуда.

- Измерительный контейнер кюветка «Е», для загрузки пробы в радиометр, емкостью 0,4 литра,  $d=10,3$  см,  $h=,5$ см:  
кюветки «Е» без дренажных отверстий;  
кюветки «Е» с дренажными отверстиями.
- Кюветки емкостью – 1,0 литр:  
 $d=10,3$  см,  $h=11$  см – без дренажных отверстий;  
 $d=10,3$  см,  $h=11$  см – с дренажными отверстиями в дне;

d=10,3 см, h=11 см – с дренажными отверстиями в стенках сосуда.

- Кюветки емкостью – 0,2 литра:

d=10,3 см, h=2 см – без дренажных отверстий служат крышкой и емкостью для сушки проб;

d=10,3 см, h=2 см – с дренажными отверстиями служат крышкой и поддоном для сбора и сброса дренажной воды.

- Кюветки емкостью – 0,4 ÷ 0,5 литра:

d=12,0 см, h=3,0 см – без дренажных отверстий служат для сушки проб почвы, грунта.

- Емкости из пластмассовых бутылок объемом 1 ÷ 3 литра, различных диаметров и высоты, со всевозможными дренажными отверстиями и без них.

#### Прочие материалы, необходимые для выполнения лабораторных работ.

- Стеклохолст, для разделения слоев почвы, грунта и предотвращения смешивания слоев грунта.

- Пластмассовая сетка с ячейками 2x2 мм, для разделения слоев почвы и грунта по высоте.

- Фильтровальная бумага, служит для прикрытия дренажных отверстий от просыпания сухой пробы почвы и грунта.

- Стерильный бинт и марля.

- Салфетки х/бумажные и ветошь для мойки и протирания посуды и приборов.

- Шпагат, нитки, скотч.

- Полиэтиленовые упаковочные пакеты самых разных размеров.

#### Реактивы, минеральные удобрения и моющие средства.

- Калийное удобрение KCl.

- Аммиачная селитра.

- Известь.

- Цемент.

- Универсальная индикаторная бумага РНО – 12.

- Стиральный порошок «Vinqo» - автомат.

#### Тип воды, используемой для промывки.

- Водопроводная.

- Дистиллированная.

- Дождевая.

- Снеговая.

- Вода с очистных сооружений и каналов.

## **ЧАСТЬ - II. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ НА РАДИОМЕТРЕ РУБ-01П6**

### **ГЛАВА II.1 Устройство и работа радиометра**

#### **II.1.1 Устройство радиометра.**

Радиометр РУБ-01П6 предназначен для радиометрического определения по гамма-излучению удельной (УА) и объемной (АО) активности радионуклидов цезия в почве, грунте, воде; в продуктах растениеводства и животноводства.

Радиометр РУБ-01П6 включает в себя блок детектирования БДКГ -03П и измерительное устройство УИ-38П2.

БДКГ-03П – **расположен** в свинцовой защите с виброустройством по группе Л3 ГОСТ 27451-87, с широким диапазоном рабочих температур от +5 до +40<sup>0</sup>С при относительной влажности среды до 75% и предназначен для преобразования энергии излучения бета-частиц и (или) гамма-квантов в электрические импульсы. Он выполнен на основе сцинтилляционного блока БДЭГА-43-02А с монокристаллом NaI(Tl) размером 63х63 мм. Под действием энергии заряженных частиц или гамма-квантов, в чувствительном объеме детектора, происходит высвечивание возбужденных состояний вещества, которое приводит к возникновению сцинтилляций. Фотоэлектронный множитель преобразует сцинтилляции в импульсы электрического тока. Эти сигналы поступают на измерительное устройство – УИ-38П2.

УИ- 38П2 – предназначено для преобразования и обработки сигналов, поступающих с блока детектирования, и предоставления информации об измеряемой физической величине в удобной для визуального считывания форме.

#### **II.1.2 Работа органов управления УИ-38П2.**

Работа органов управления измерительного устройства представлена на схеме, **см. рис. II.1**

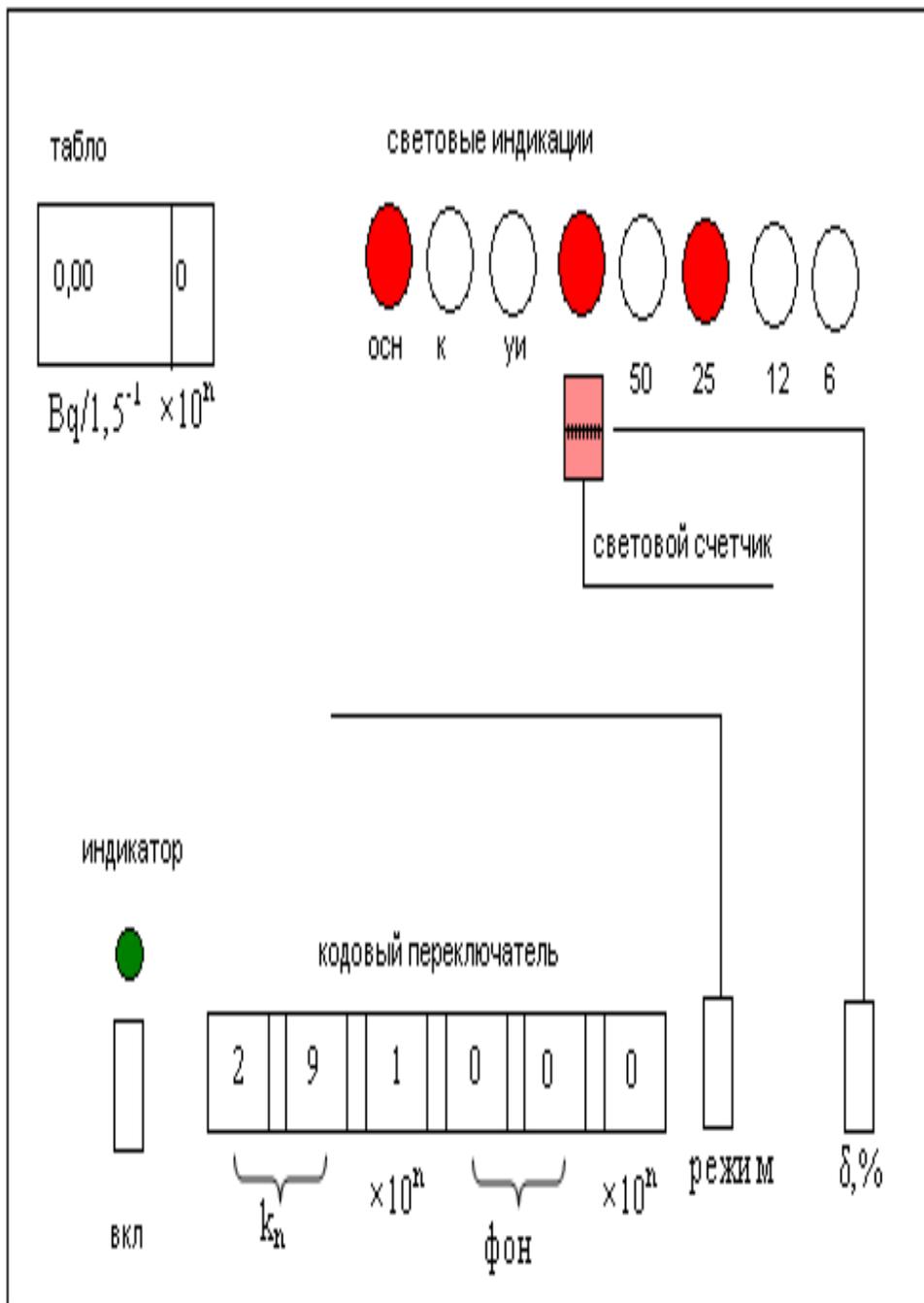
Кнопка «Вкл» - переключатель для включения и выключения устройства измерительного (УИ). Индикатором включенного состояния служит светодиод зеленого цвета.

Кнопка «Режим» - без фиксации, служит для включения следующих режимов работы:

ОСН – основной измерительный канал для определения объемной и удельной активности с блоком детектирования БДКГ-03П;

К – вспомогательный измерительный канал для определения вклада калия в пробе, при работе с блоком детектирования БДКГ-03П;

УИ – включение встроенного генератора для контроля исправности устройства измерительного УИ-38П2.



**Рис. П.1** Схема световодов индикации и органов управления, выведенные на панель УИ – 38П2

При нажатии кнопки «Режим» последовательно включаются и выключаются световоды всех режимов **ОСН; К; УИ**. В момент включения необходимого световода кнопку «Режим» отпускают. Индикатором включенного состояния служит свечение световода красным цветом.

Кнопка « $\delta\%$ » - без фиксации, служит для выбора оптимальной **емкости** – **счета** импульсов ( $c'$ ), поступающих с блока детектирования БДКГ-03П при

включении световода соответствующей статистической погрешности единичного измерения:

Световод 50% - емкость-счета 16с'

Световод 25% - емкость-счета 64с'

Световод 12% - емкость-счета 256с'

Световод 6% - емкость-счета 1024с'

При нажатии кнопки «δ%» начинают постепенно включаться и выключаться световоды от 50% до 6%. В момент включения необходимого световода кнопку «δ%» отпускают. Индикатором включенного состояния, необходимой **емкости-счета** (статистической погрешности единичного измерения) служит свечение световода красным цветом.

При включении одного из световодов автоматически происходит сброс имеющейся информации предыдущего измерения и начинается подсчет нового измерения. Кнопка «δ%» устанавливается на статистическую погрешность единичного измерения 50% только для определения активности проб имеющих очень маленькую интенсивность импульсов ( $N < 0,1с'$ ).

**Световод - счетчик** включается автоматически при нажатии кнопок «Режим» и «δ%», при заполнении **емкости –счета** он гаснет и издает звуковой сигнал об окончании единичного отсчета, и одновременно на цифровом «**табло**» появляется число соответствующее количеству зафиксированных импульсов, поступивших с блока детектирования. Отсчет на «**табло**» поменяется автоматически, через несколько минут, по мере заполнения установленной **емкости-счета**.

«**Табло**» - цифровое четырех декадное, предназначено для визуального считывания результатов измерения.

Кодовый переключатель – шестиразрядный, разделен на две части.

Левые три декады – для ввода коэффициента нормирования «**К<sub>н</sub>**», предназначенного для преобразования интенсивности измеряемых импульсов в измеряемую физическую величину, Бк.

Правые три декады предназначены для ввода измеренного или наперед заданного радиационного **фона**, а так же для автоматического вычитания поправки на активность калия.

### Ц. 1.3 Принцип работы радиометра.

Все измерения проводятся не раньше, чем через 15 минут после включения радиометра в сеть.

При каждом измерении активности пробы (или фона) проводятся не менее 10 измерений счета импульсов, поступающих с блока детектирования. За измеренное принимается среднее из этих значений, вычисленное по формуле:

$$N = N_1 + N^2 + \dots N_n / n, \text{ где}$$

$N_{1,2,\dots,n}$  - интенсивность счета импульса при измерении;

n – число измерений (n = 1, 2 ...10).

Считывание информации с цифрового табло УИ-38П2, а также установку коэффициента нормирования  $K_H$  и коэффициента вычитания фона производят в следующем порядке.

Например: комбинация на цифровом табло 1, 23/4/ соответствует числу

$$1,23 \times 10^4 = 12300$$

Например: комбинация цифр на кодовом переключателе для коэффициента нормирования измеряемой физической величины и коэффициента вычитания фона 1/2/3/4/5/2/ соответствует умножению входной интенсивности счета импульсов  $1,2 \times 10^3 = 1200$  и вычитанию из каждого результата измерения  $4,5 \times 10^2 = 450$ .

Значение коэффициента нормирования  $K_H$  для перевода интенсивности счета импульсов в измеряемую физическую величину по цезию-137, содержащемуся в исследуемой пробе, равно  $2,9 \times 10^1$ .

#### **Ц.1.4 Подготовка и порядок включения в работу.**

1. Перед началом или после длительного перерыва работы на радиометре, следует прочесть инструкцию по эксплуатации прибора.

2. Устройство измерительное с подключенным к нему блоком детектирования подсоединяется к электросети через стабилизатор.

Нажатием кнопочного переключателя «Вкл» (на панели УИ-38П2) радиометр включается в эл-сеть и при этом на панели должны одновременно засветиться:

- световоды **ОСН, 25** и **световод-счетчик** красным цветом;
- **световод включения питания** над кнопкой «Вкл» – зеленым цветом;
- на **табло** высвечиваются цифры **0,00/3/** - черным цветом.

Через 30-40 секунд, после нажатия кнопки «Вкл» цифры на **табло** и **световод-счетчик** гаснут, т.к. импульсы в процессе прогрева на счетчик не поступают. В таком состоянии включенный радиометр выдерживают не менее – 15 мин для прогрева.

Прогрев должен проходить при нулях на цифровом **табло** и **кодовом переключателе**.

3. Через 15 мин. прогрева проводится проверка исправности работы измерительного устройства при коэффициенте нормирования  $K_H = 1$ . Для чего на панели УИ- 38П2 устанавливаются:

- на **кодовом переключателе** набирается следующая комбинация цифр 1/0/0/0/0/0/ нажатием первой кнопки слева;
- нажатием кнопки «Режим» переключаем световод – «канал **ОСН**» на вспомогательный – «канал **УИ**», при этом световод «**ОСН**» - гаснет, а световод канала «**УИ**» светится красным цветом;
- на цифровом **табло** высвечиваются цифры – 0, 00/3/ и загорается световод-счетчик;

- световод **емкости - счета** импульсов не переводим, он остается на **25** .

Через несколько секунд, после установки световода на канале «УИ», на **табло** должны появляться цифры порядка **4,85 ± (0,05)**, указывающие на исправную работу измерительного устройства.

4. Перед измерением активности пробы, в начале, производится определение среднего уровня показаний радиометра, обусловленного фоновым излучением.

Для этого на блоке детктирования устанавливается пустой измерительный контейнер (кюветка «Маринелли»).

Настройка исправного измерительного устройства на работу радиометра для измерения активности цезия-137 в пробе ведется при закрытой крышке детектора в следующей последовательности:

- На **кодovém** переключателе устанавливается коэффициент нормирования  $K_H = 2,9 \times 10^1$  для перевода интенсивности счета импульсов в измеряемую физическую величину для радионуклидов цезия-137, для чего набирается следующая комбинация цифр тремя кнопками слева 2/9/1/0/0/0/;

- Нажатием кнопки «**Режим**» включается основной измерительный канал «**ОСН**»;

- На цифровом **табло** высвечивается цифра **0,00/4/**;

- Светится **световод-счетчик**;

- Световод **емкости-счета** импульсов нажатием кнопки «**δ%**» устанавливается на счет статистической погрешности – **25%**.

При такой настройке измерительного устройства проводится измерение фона радиометра дважды: 1 – без измерительного контейнера для загрузки пробы; 2 – с пустым измерительным контейнером.

При 1-м и 2-м случае проводится по 15 измерений интенсивности счета импульсов.

За измеренное значение принимается среднее из них, вычисленное по формуле:

$$\bar{A}_\phi = (A_1 + A_2 + A_3 + \dots A_n)/n, \quad (1)$$

где  $A_{1,2,\dots,15}$  – интенсивность счета при измерении;  
n- число измерений.

Фон с пустым контейнером должен быть меньше, если контейнер и радиометр хорошо вымыты.

5. Световод **емкости- счета** импульсов переводится нажатием кнопки «**δ%**» на счет со статической погрешностью – **6%** и производим измерение **фона** радиометра только с пустым контейнером по формуле (1).

При этом проводится не менее 5-ти измерений интенсивности счета импульсов, если в данном контейнере проверяться будет активность пробы почвы (грунта), если воды, то 15-ть измерений.

Значение фона можно установить на **кодovém** переключателе для автоматического его вычитания.

### **II.1.5 Определение объемной и удельной активности проб**

После определения среднего значения фона радиометра с пустым контейнером, обусловленного фоновым излучением  $A_{\Phi}$ , измерительный контейнер заполняют пробой и устанавливают его на блоке детектирования и проводят несколько измерений активности гамма-излучающих нуклидов в пробе и определяют среднее значение показателей радиометра по формуле:

$$A_C = (A_{C1} + A_{C2} + \dots + A_{Cn})/n,$$

где  $A_{C1}, A_{C2}, \dots, A_{Cn}$  – показатели радиометра в Бк;  
 $n=1, 2, \dots, n$  – число измерений.

Расчет удельной активности (УА) нуклидов цезия-137 в пробе с определенной массой в кг, выполняют по формуле:

$$A_M = (A_C - A_{\Phi})/M,$$

где  $A_M$  – удельная активность в Бк/кг;  
 $M$  – масса пробы, кг.

Расчет объемной активности (ОА) нуклидов цезия-137 в пробе с определенным объемом пробы в л, выполняют по формуле:

$$A_V = (A_C - A_{\Phi})/V, \text{ Бк/л}$$

где  $A_V$  – объемная активность в Бк/л;  
 $V$  – объем анализируемой пробы, л.

При работе радиометра в режиме автоматического вычитания фона, в формулах расчета удельной и объемной активности, следует полагать  $A_{\Phi} = 0$

При выполнении радиометрических измерений активности проб в настоящей работе, исходя из практических соображений, количество измерений интенсивности счета импульсов, поступающих с блока детектирования, в зависимости от общей активности пробы, проводилось не менее:

- 15 раз для проб с активностью менее 500 Бк/кг;
- 60 раз для проб с активностью 500 ÷ 1000 Бк/кг;
- 60-90 раз для проб с активностью 1000 ÷ 5000 Бк/кг;
- 90-180 раз для проб с активностью > 5000 Бк/кг.

### **II.1.6. Дезактивация**

Загрязненные внешние и внутренние поверхности свинцовой защиты детектора, самого детектора и измерительного контейнера (Сосуд «Мари-нелли» или любой другой) необходимо проводить чистку влажной хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в моющем растворе.

При превышении уровня собственного фона в 2 и более раз чистку следует проводить с помощью моющих средств.

Измерительный контейнер при сильном загрязнении следует чистить с предварительной замочкой на 10-20ч в приготовленном моющем растворе на основе дистиллированной воды.

Моющий раствор лучше приготовить из трех компонентов:

1. Дистиллированная вода – 1 литр (в отличии от водопроводной является хорошим растворителем).
2. Любой моющий порошок – 5-10г/л (лучше порошок «автомат», он не пенится).
3. Аммиачная селитра – 5-10 г/л или лимонная кислота – 2-3г/л (она подкисляет воду, чем усиливает ее растворяющую способность).

В случае обнаружения остаточной загрязненности залить контейнер водным раствором сульфоната или СФ-3К (100 мг/л) с добавлением лимонной кислоты 2-3г/л и выдержать в течении 10-20ч, слить раствор, ополоснуть 2-3 раза чистой водой и снова проверить на остаточную загрязненность.

В случае загрязнения контейнера для дальнейших измерений использовать запасной чистый контейнер.

- Промывку хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в моющем растворе, проводить слегка отжатой салфеткой, тщательно с нажимом на моющую поверхность, протирать по несколько раз все части загрязненной поверхности. Мыльную салфетку следует прополаскивать под проточной водой после очередного протирания загрязненной поверхности.

- Процедуру ополаскивания проводить дважды тоже с помощью хлопчатобумажной салфетки: первый раз смачивать салфетку под чистой водопроводной водой 2-3 раза; второй раз – дистиллированной водой 2-3 раза.

- После ополаскивания протереть на сухо, чистой хлопчатобумажной салфеткой.

Наружную поверхность свинцовой защиты детектора и измерительного устройства протирать вначале влажной салфеткой и затем чистой сухой.

- Салфетки для мойки и протирания, следует, после каждой дезактивации заменять на чистые.

## ГЛАВА II. 2 Особенности радиометрических измерений

### II.2.1 Подготовка пробы к радиометрическим измерениям.

Подготовка пробы включает в себя:

- отбор проб;
- приготовление навески;
- загрузка навески в измерительный контейнер.

**Отбор проб** обусловлен тематикой опыта.

Объем, масса, разнообразие и количество проб для одного опыта зависят от его специфики.

Масса каждой пробы для опыта определяется взвешиванием на весах с точностью до 1,0г в состоянии естественной влажности и в абсолютно сухом состоянии.

Сушиться пробы на нагревательных электроприборах в течении 2-х суток в термостате при  $t^0 = 65^0 \div 100^0\text{C}$  или на электрокалорифере при  $t^0 = 65^0 \div 75^0$ .

Пробы для сушки засыпаются в специальные дюралевые кюветки слоем  $2 \div 4$  см.

Повторная сушка одной и той же пробы, после каждого периода (цикла взаимодействия с водой), проводится по одним и тем же правилам и способ сушки, нагревательный прибор, кюветка для сушки не меняются в течении конкретного опыта.

После сушки, пробы охлаждаются в лабораторных условиях при комнатной температуре в течении 2-х суток. Каждая высушенная проба, прямо в сушильной кюветке, упаковывается для остывания в полиэтиленовый мешок.

#### **Приготовление навески.**

Навеска – это часть пробы массой 200г или 300г, которую загружают в измерительный контейнер для определения ее активности.

Выбор массы навески 200г или 300г в каждом случае производится произвольно, в зависимости от общей массы пробы, но для конкретного опыта и исследуемой пробы масса навески принимается постоянной для всех периодов (циклов взаимодействия с водой).

Высушенную и охлажденную пробу тщательно измельчают. Для достижения однородности агрегатного состояния вся проба, без остатка, просеивается через сито с ячейками 1 мм.

Изменение гранулометрического и агрегатного состояния пробы в навеске влияет на показатели удельной активности.

Проба массой более чем 200-300г, разделяется на навески и для каждой навески определяется средняя масса насыпного грунта и ее плотность (см. Часть I.2.5).

Масса навески и средняя масса насыпного грунта определяется простым взвешиванием на электронных весах с точностью до 0,01г.

Разделение общей массы сухой измельченной пробы на навески целесообразнее проводить, одновременно с определением средней массы насыпного грунта, с помощью кюветки емкостью – 50 см<sup>3</sup>.

Каждую навеску засыпают в отдельный чистый, сухой полиэтиленовый мешок.

Удельная активность всей пробы определяется, как среднее арифметическое значение активностей всех ее навесок.

**Загрузка навески** в измерительный контейнер.

Приготовленная навеска пересыпается в измерительный контейнер (в кюветку «Маринелли» или кюветку «Е»). Слой засыпанной навески выравнивается по дну контейнера 5÷10-ти кратным горизонтальным круговым покачиванием (вращением).

Для создания равномерной плотности, навеска в закрытом контейнере уплотняется встряхиванием – легким равномерным, ритмичным постукиванием дном контейнера о пачку газет слоем 1 см:

110 раз для грунта и почвы;

210 раз для растительной массы.

Уплотнение осуществляется вручную. Оптимальное число встряхиваний принята из практического опыта (см. Часть III.1, опыт 8-1, 8-3, 9-1).

Далее наружная поверхность закрытого контейнера протирается чистой, слабо-влажной, хлопчатобумажной салфеткой, чтобы избежать загрязнения радиоактивной пылью поверхности детектора и его цинковой защиты.

Чистый контейнер с навеской, для радиометрического измерения, размещается на блоке детектирования в радиометре РУБ-01Пб.

При использовании в качестве контейнера только кюветки – «Маринелли», грунт располагается вокруг блока детектирования, т.к. «Маринелли», благодаря своей конструкции, одевается (насаживается) на блок детектирования.

При использовании в качестве контейнера кюветки - «Е», грунт в ней располагается на блоке детектирования. При измерении активности пробы в кюветке «Е», последняя размещается внутри кюветки – «Маринелли», на выступе для блока детектирования.

В связи с уменьшением соприкасающейся поверхности грунта с блоком детектирования и от наличия дополнительной защиты от кюветки «Е» показатели по активности для равных по массе навесок одной и той же пробы отличаются в 1,2 ÷ 1,5 раза в сторону уменьшения, в зависимости от массы навески (см. Часть III.1, опыт 8-8).

## **II. 2.2 Тип измерительных контейнеров для загрузки проб в радиометр РУБ-01Пб.**

При выполнении радиометрических измерений применялись контейнеры двух видов:

1. **Сосуд – «Маринелли»** - это стандартная пластмассовая кюветка, которая поставляется вместе с радиометром РУБ-01П6 согласно заявки на приобретение .

Емкость кюветки 1 литр, кюветка белого цвета, непрозрачная, без тарировочной шкалы, свободно размещается на блоке детектирования.

В работе использовались три кюветки – «Маринелли» с разной массой 210,6г; 215г; 215,15г.

Кюветка – «Маринелли» цилиндрической формы высотой 10см, с выступом во внутрь кюветки высотой 5,5 см.

Размеры кюветки «Маринелли» (масса пустой – 215,15г) представлены на **рис. П.2**.

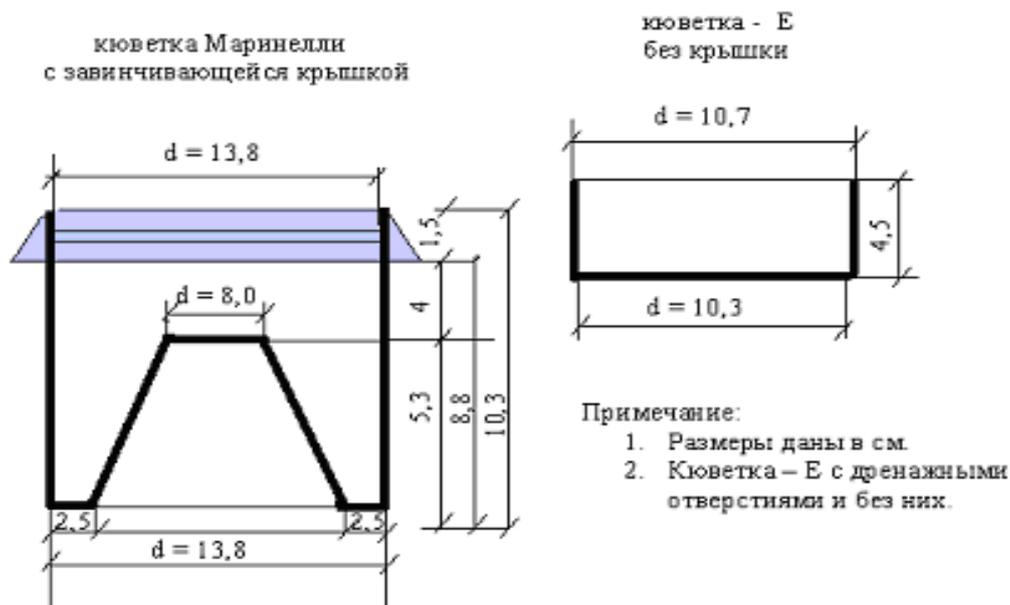
2. **Кюветка «Е»** - не стандартная, представляет собой цилиндрическую емкость с плоским дном, высотой 4,5 см, пластмассовая, прозрачная, нетарирована, емкость – 0,45 литра.

В работе использовали около 20 таких кюветок, масса разная колеблется от 14,5 до 20,1г. Кюветки «Е» приготовлены в лабораторных условиях из пластмассовых емкостей. Часть кюветок «Е» с дренажными отверстиями в плоском дне и без них, диаметр отверстий 4÷5 мм по 35÷40шт в каждой кюветке, отверстия прожигались раскаленным стержнем.

В кюветках –«Е» с дренажными отверстиями на дно укладывается стеклохолст в 1-2 слоя для предотвращения просыпания грунта.

Кюветки –«Е» использовали для определения активности сухих и мокрых проб.

Размеры кюветок «Е» идентичны между собой и представлены на **рис. П.2**



**Рис. П.2** Основные размеры измерительных контейнеров для загрузки проб в радиометр РУБ-01П6.

### II.2.3 Способы радиометрического измерения.

В настоящей работе использовались следующие способы измерения удельной и объемной активности проб:

1. «Сухой способ» – определение активности сухой пробы.
2. «Мокрый способ» - определение активности жидкости и влажной пробы почвы, грунта в мерзлом и немерзлом состоянии.
3. «Метод высушенной салфетки» - определение активности радиоактивной воды при работе с пробами малой активности.

При радиометрических измерениях для загрузки пробы, использовались нетарированные кюветки по объему, поэтому для измерения объемной активности, масса жидкой пробы контролировалась взвешиванием, как для сухих сыпучих и влажных затвердевших проб.

Все выше названные способы радиометрического измерения отличаются друг от друга методом загрузки пробы в измерительный контейнер и физико-химическим состоянием самой пробы.

#### **«Сухой способ».**

Для загрузки сухой пробы используются кюветка – «Маринелли» и кюветка «Е» по необходимости и в зависимости от условий эксперимента.

Проба должна быть сухой и в основном измельченной. Приготовление сухой измельченной пробы и правило загрузки ее в измерительный контейнер (см. Часть II.2.1.).

#### **«Мокрый способ» .**

Проба в этом способе подлежит радиометрическому измерению во влажном или жидком состоянии.

Для проб из жидкостей применяются сосуд – «Маринелли» и кюветка – «Е» . Подготовку проб воды, см. Часть I.2.3.

Для влажных проб из почвы, грунтов, цеолита применяется в основном кюветка –«Е» , для чего она и была создана в период соответствующих лабораторных работ.

Особенность этого способа состоит в постоянном контроле массы влажной пробы перед началом радиометрического измерения.

Загрузка и увлажнение пробы в кюветке «Е» для радиометрического измерения активности «мокрым способом»:

- почва, грунт в кюветку –«Е» загружаются в сухом измельченном состоянии, приготовленные по правилам изложенным в Части II.2.1;
- увлажняется, поливается или промывается засыпанная проба непосредственно в кюветке –«Е» в соответствии с условиями эксперимента;
- после полной водоотдачи (когда прекращается фильтрация через дренажные отверстия) фиксируется общая масса влажной пробы вместе с кюветкой –«Е»;
- кюветка – «Е», заполненная влажной пробой, помещается в радиометр для определения активности.

#### Преимущества «мокрого способа».

- Этот способ не связан с затратами времени на сушку, остывание и специальную подготовку пробы, после каждого цикла в опыте.
- Проба на весь период эксперимента находится постоянно в одной и той же кюветке «Е», нет потерь массы пробы за счет распыления по вспомогательным контейнерам и таре для хранения.
- При экспериментах по промывке радионуклидов используя «мокрый способ», измерения активности в течении одного дня можно проводить 1-2 раза в зависимости от коэффициента фильтрации и водоотдачи почво-грунтов.
- Кюветку «Е», можно изготовить в лабораторных условиях легко, быстро и в любом количестве, что позволяет проводить несколько опытов одновременно, т.к. активность проб для каждого опыта измеряется прямо в своей кюветке «Е».

#### Недостатки «мокрого способа».

- Удельная активность влажной пробы занижается, пропорционально массе впитавшейся воды.
- При постоянном периодическом смачивании пробы в каждом цикле (без рыхления, грунт постоянно находится в кюветке «Е»...) происходит уплотнение пробы, что влияет на изменение показателей активности в сторону уменьшения.
- Измеренные активности пробы в кюветке –«Е» всегда меньше активности той же пробы измеренной в кюветке – «Маринелли» в  $1,2 \div 1,5$  раза, в зависимости от массы пробы.

Принимая во внимание все достоинства и недостатки «мокрого способа», необходимо для всех опытов проводимых с помощью кюветки –«Е» делать проверку активности сухой пробы в кюветке –«Маринелли» перед началом опыта и в конце опыта методом «сухой способ».

#### **«Метод высушенной салфетки».**

Этот метод радиометрического измерения применен для определения активности воды – конденсата при транспирации растений и испарения с поверхности почвы.

Для сбора конденсата над растениями устанавливается полиэтиленовый пленочный шатер в форме четырехугольной пирамиды (см. Часть III.3.6, опыт 32). По наклонным граням пирамиды конденсат сбегает в лоток, устроенный по периметру ящика и далее в водосборный сосуд. Оставшиеся на стенках пирамиды капли конденсата собираются стерильным марлевым тампоном и отжимаются в сосуд.

Марлевый тампон приготовлен из стерильного бинта, сложенного в несколько слоев размером 3,5 x 40 см, весом 5-6 грамм.

Способ сбора транспирационной воды и послужил основанием для радиометрического измерения применить метод «высушенной салфетки», чтобы учесть активность радионуклидов цезия-137, осевших на тампоне, после сбора конденсата со стенок пленочного шатра.

Проба воды, собранного конденсата, при этом методе подлежит радиометрическому измерению не в виде жидкости, а в виде марлевой салфетки, на которой высушили эту пробу воды.

Из собранного конденсата выделялась проба воды массой – 50 грамм для погружения в нее влажного марлевого тампона, с последующей ускоренной сушкой прямо в измерительном контейнере, при температуре 50<sup>0</sup>С.

Фиксировалась общую массу кюветки с конденсатом и мокрым марлевым тампоном.

Высушенный тампон взвешивался вместе с кюветкой –«Маринелли». Сухой тампон укладывался в той же кюветке –«Маринелли» кольцом вокруг выступа для блока детектирования и определялась активность.

Полученную активность на сухом тампоне относили к массе:

- сухого тампона;
- высушенной пробы конденсата.

Особое внимание, при определении радиоактивности пробы таким способом, следует уделять чистоте радиометра и измерительной кюветки.

## ГЛАВА II.3 Способы снижения диапазона систематических и случайных погрешностей при измерении на радиометре РУБ -01П6

В задачу радиометрических измерений входит не только нахождение величины, но также и оценка точности полученного результата. Следует помнить, что никакое измерение не может быть выполнено абсолютно точно. Его результат всегда содержит некоторую погрешность. Точность измерения зависит от характера измеряемой величины, совершенства измерительного прибора и искусства экспериментатора.

На точность измерения существенное влияние могут оказывать внешние условия, в которых это измерение проводится.

При радиометрических анализах результаты измерений отличаются от истинных значений вследствие погрешностей, которые можно разделить на систематические, случайные и грубые.

**Систематические** погрешности связаны с несовершенством методики измерения, неточностью измерительной аппаратуры, влиянием посторонних факторов и т.п. Эти погрешности одинаковы во всех измерениях, проводящихся одним и тем же методом, с помощью одних и тех же измерительных приборов.

**Случайные** погрешности возникают из-за невоспроизводимости во всех деталях условий измерения. Случайные погрешности различны даже для измерений, выполненных одинаковым образом, они обязательны своим происхождением рядом причин, действие которых неодинаково в каждом опыте и не может быть учтено.

Среди различного рода случайных погрешностей наиболее распространены так называемые статистические погрешности, т.е. погрешности определяемые вероятностным характером самой измеряемой величины. К таким величинам относятся число распадающихся атомов в единицу времени, число частиц или фотонов, взаимодействующих в единицу времени с веществом, число частиц попавших на счетчик за некоторый промежуток времени, и т.д.

**Источником грубых** погрешностей, или промахов, является недостаток внимания экспериментатора.

Устранить все типы погрешностей можно, лишь исключив вызывающие их причины.

Систематические погрешности, о существовании которых мы не подозреваем, чаще всего проявляются при сложных радиометрических измерениях.

Так например, если мы поставим задачу определить активность радионуклидов в пробе почвы в теплом состоянии, которую только вытащили из эл-сушильного прибора, то совершим ошибку, т.к. показания радиометра зависят не только от температуры радиоактивной пробы но и от продолжи-

тельности остывания ее и даже от очередности нагрева и остывания перед началом измерения активности (см. Часть III.3.5, опыт 17-3).

Поэтому при сложных измерениях следует всегда очень тщательно продумывать их методику, чтобы избежать погрешностей такого рода.

В настоящей работе, для измерения активности радионуклидов цезия-137 при проведении лабораторных опытов, используется постоянно один и тот же измерительный прибор – радиометр РУБ-01Пб и измеряемая проба, в каждом конкретном опыте, заведомо имеет определенную массу и активность, поэтому на изменение активности одной и той же пробы должны оказывать влияние условия проведения и способы обработки пробы в процессе опыта.

Статистические и случайные погрешности в конкретном опыте, при измерении активности в одной и той же пробе, после каждого цикла воздействия воды на пробу в основном обусловлены:

- Способом подготовки пробы к радиометрическим измерениям;
- Методом радиометрического измерения.

Для изучения погрешностей измерения, возникающих при работе радиометра, проведены специальные исследования (см. Часть III.1).

### **III.3.1 Погрешности зависящие от массы и объема пробы.**

Согласно инструкции по эксплуатации «ЖШ. 289.108.ТО», при измерении активности на радиометре РУБ-01Пб для проб емкостью 1 литр, принято считать допустимой одну из основных относительных систематических погрешностей, в зависимости от измеряемой физической величины в следующих пределах:

1. для определения активности –  $\pm 20\%$ ;
2. для определения удельной и объемной активности:
  - от 20 до 100 Бк/кг, л –  $\pm 50\%$ ;
  - более 100 Бк/кг, л –  $\pm 25\%$ .

Работа радиометра с большим объемом пробы 1 литр, в соответствии с показаниями инструкции дает большие и точно непредсказуемые погрешности в измерениях.

В лабораторных условиях для изучения работы радиометра с пробами различного объема от 50 мл до 1 литра был проведен опыт (см. Часть III.1, опыт 8-3).

В опыте 8-3 проведены три варианта измерения удельной активности одной и той же пробы сухого, измельченного грунта с разными навесками от 50 до 1000г, масса навески увеличивалась постепенно на 50г или 100г.

Опыт показал, что удельная активность изменяется в зависимости от объема и массы навески. В каждом из трех вариантов, проведенных измерений, показатели по активности для одинаковых навесок одной и той же пробы варьируют друг относительно друга, но имеют общую тенденцию, при увеличении физической величины пробы в измерительном контейнере, к

снижению удельной активности и разница между крайними значениями активности навесок 50г и 1000г составляет  $\pm 18 \div 25\%$ .

Абсолютно идентичные показатели для одной и той же навески, при повторном измерении ее удельной активности, можно получить, если навеска будет занимать один и тот же объем в измерительном контейнере и в первом и повторном случаях измерения.

При засыпке в измерительный контейнер навески, с небольшой массой, легче добиться равномерной плотности всего объема.

Для устранения погрешности зависящей от массы и объема навески следует, в каждом опыте, измерение активности проводить для навесок с небольшой и одинаковой массой, в основном 200-300 грамм.

Это ограничение **навесок** по массе позволяет точнее определять изменение концентрации радионуклидов в пробе, **после каждого** взаимодействия воды и пробы. В каждом опыте предстоит проверка активности для одной и той же пробы по числу циклов их взаимодействия. Общая масса исследуемой пробы для опыта, состоящего из нескольких циклов, должна быть больше навески, как минимум, на 10-30%, с учетом непредвиденных потерь по массе в процессе исследования. Для определения активности пробы, в конкретном опыте, в измерительный контейнер следует загружать навеску всегда одинаковой массы. Общая масса исследуемой пробы, превышающая массу навески в 2÷3 раза, делится на навески по 200-300г.

### **II. 3.2 Погрешности зависящие от плотности пробы**

Радиометрические показатели зависят не только от массы пробы, но и от объема занимаемого пробой в измерительном контейнере и как следствие этого от плотности пробы, (см. Часть III.1, опыты 8-1, 9-1).

Если не контролировать плотность навески, то измерения получаются с погрешностью:

- при повышенной плотности – уменьшаются;
- при пониженной плотности – увеличиваются.

Для устранения погрешности в зависимости от плотности пробы в настоящей работе при радиометрических измерения приняты строгие правила по подготовке пробы грунта (см. Часть II.2.1):

- однотипная сушка и охлаждение пробы;
- измельчение пробы до равномерного агрегатного состояния, с просеиванием через сито с ячейками 1 мм;
- измерение активности пробы массой 500÷600г и более проводить частями, для навесок с постоянной массой 200 (300)г. В навеске 200-300 грамм легче добиться однородной плотности. Активность пробы определять, как среднеарифметическое активностей всех ее навесок;
- Загрузку навески в измерительный контейнер проводить с последующим ее разравниванием и уплотнением одним способом. Уплотнение навески проводить легким – ритмичным постукиванием дном кюветки о пачку газет (см. Часть III.1 опыты 8-1, 9-1).

Общее количество постукиваний для навесок 200-300 грамм следует проводить:

- 110 раз для сыпучих проб – почва, грунт;
- 210 раз для растительных остатков.

### **Ц. 3.3 Погрешности связанные с перемешиванием и распылением пробы.**

Для равномерного распределения радионуклидов, исследуемую пробу грунта перед загрузкой в измерительный контейнер необходимо тщательно перемешивать, если масса пробы больше массы навески.

Целесообразнее перемешивать пробу, закрытую в мягком (тонком) полиэтиленовом мешке, методом пересыпки пробы, чем в плотной таре, имеющей жесткую основу.

Перемешивание в полиэтиленовом мешке происходит без потерь радионуклидов при распылении грунта. В полиэтиленовом мешке легко отделить, отжать от общей пробы навеску и без остатка высыпать ее в измерительный контейнер.

Из тары с жесткой основой для отделения навески от общей пробы необходимо применять черпак. Вычерпать всю без остатка навеску черпаком не представляется возможным, на дне остаются всегда самые мелкие частицы (пылинки). Мелкие частицы одной и той же пробы наиболее радиоактивны в силу своей наибольшей адсорбирующей поверхности.

Наглядным примером этого, является метод определения средней массы насыпного грунта (см. Часть I.2.5), из 5-6-ти измерений массы в 50 мл емкости последняя всегда наименьшая.

Для навески с наименьшей массой насыпного грунта, в одной и той же исследуемой пробе, удельная активность наибольшая и наоборот (см. Часть III.3.8, опыт 20-V, 20-VI, и.т.д.).

Исследуемую пробу массой 500-600г следует делить на навески 200 или 300 грамм, непосредственно, перед определением активности, что позволяет избежать ее потерь связанных с небрежным перемешиванием. Активность пробы определяется как среднее арифметическое активностей всех навесок.

Потери пробы при распылении не дают значительной потери в массе но, они влияют на потерю активности навески.

Потери на распыление обусловлены:

- многократным пересыпанием из тары в тару и размерами самой тары;
- пересыпание из тары в измерительный контейнер и обратно;
- при определении массы насыпного грунта и разделении ее на навески.

Для выравнивания снижения погрешности, обусловленной распылением и изменением влажности сухой пробы от пребывания ее на воздухе с открытой поверхностью, в процессе перемешивания, необходимо строго со-

блюдовать правила подготовки пробы перед засыпкой в измерительный контейнер (см. Часть П.2.1.).

Используемая тара и измерительные контейнеры, пересыпание при перемешивании пробы и определение массы насыпного грунта, и разделение пробы на навески должны быть однотипным в рамках конкретного опыта.

#### **П.3.4. Погрешности, связанные с высушиванием и остыванием пробы.**

Исследуемая проба грунта подвергается сушке на нагревательных электроприборах, в каждом конкретном опыте несколько раз, в зависимости от количества циклов ее обработки.

Оставшаяся влага в пробе грунта увеличивает ее массу, чем существенно влияет на показатели удельной активности цезия в пробе в сторону уменьшения. Удельная активность в пробе уменьшается прямо пропорционально массе добавленной воды (см. Часть Ш.1, опыт 9).

На показатели активности высушенной пробы влияют температура ее, продолжительность и условия остывания.

В зависимости от промежутка времени между нагревом и остыванием и последовательностью измерения активности, то нагретой, то охлажденной пробы и наоборот, показатели активности друг относительно друга, то увеличиваются, то уменьшаются. (См. Часть Ш.1, опыты 8-4; 8-5; 8-6; Часть Ш.3.5, опыт 14-12; 17-3).

Как показывают опыты продолжительность остывания должна быть не менее, чем продолжительность нагрева.

Увеличение продолжительности остывания, ведет к изменению показателей активности, в зависимости от влажности воздуха.

Для устранения погрешностей при определении активности, обусловленных многократной сушкой и остыванием исследуемой пробы, необходимо выполнять строгие правила по сушке влажной пробы и последующего ее остывания:

- сушка пробы для данного опыта должна быть однотипной;
- многократная сушка пробы проводится в одной и той же сушильной кюветке;
- толщина слоя влажного грунта при сушке должно быть не более 2-4 см, объем влажного грунта, отправленного на сушку, контролировать взвешиванием;
- продолжительность сушки на нагревательном приборе – 2 суток;
- продолжительность остывания высушенного грунта – 2 суток, в плотно закрытом полиэтиленовом мешке, что бы исключить влияние влажности воздуха на изменение массы пробы.

### **П.3.5. Погрешности зависящие от вероятностного характера самой измеряемой величины.**

При радиометрических измерениях к таким статистическим погрешностям, определяемых вероятностным характером, относятся:

- концентрация радионуклидов в исследуемой пробе;
- число распадающихся атомов в единицу времени;
- число частиц или фотонов попавших в счетчик за некоторый промежуток времени и т.д.

Энергия бета-частиц и (или) гамма-квантов поступивших на блок детектирования радиометра преобразуется в электрические импульсы, которые фиксируются специальным счетчиком и на табло измерительного устройства высвечивается единичное измерение – **число**, которое характеризует активность исследуемой пробы.

Согласно инструкции по эксплуатации радиометра таких единичных отсчетов поступивших на УИ-38П2 следует снять не менее – 10, чтобы получить среднее арифметическое значение, с учетом допустимой случайной погрешности.

Эта случайная погрешность в проводимых исследованиях является определяющей и методика измерений подлежит изучению в процессе работы, поэтому проводилось большое количество измерений одной пробы.

Исходя из практических соображений число измерений проводилось в зависимости от исходной удельной активности пробы:

- 15 измерений для – 100 Бк/кг и менее;
- 30 измерений для – 100-500 Бк/кг;
- 60 измерений для – 500 -1000 Бк/г;
- $60 \div 90$  измерений для – 1000-5000 Бк/кг;
- $90 \div 180$  измерений для – 5000 Бк/кг и более.

Фоновое излучение (фон) радиометра с пустым измерительным контейнером зависит от тщательности их дезактивации. Измеренное –фонное излучение принимается постоянным для данного опыта и поддерживается на уровне 61,5-70,5 Бк.

Перед началом радиометрических измерений необходимо, следить чтобы заданный фон не был больше измеренной величины в этом опыте.

### **П. 3.6. Влияние человеческого фактора на точность измерений.**

Неточность измерений вследствие недостаточного внимания экспериментатора и является источником погрешностей отличающих измеренную величину от истинного значения в непредсказуемом порядке, при выполнении измерений даже по тщательно отработанной методике.

Если эти погрешности грубого характера, то заниженный или увеличенный результат измерения для исследуемой пробы резко отличается от ожидаемого и поэтому легко обнаруживается, и в этом случае необходимо повторить измерение в установленном порядке.

Менее грубую погрешность, которая не дает ощутимых изменений результата, можно назвать промахом. Несколько промахов при выполнении измерения для одной и той же пробы, могут дать то же грубую погрешность.

При выполнении любого опыта промахи должны быть исключительны и основной способ их устранения – аккуратность, внимание во время работы и соблюдение строго установленного порядка при выполнении измерений.

Для устранения влияния человеческого фактора приводится перечень основных мер и предосторожностей вызывающих неточность измерений с ощутимой и менее ощутимой погрешностью:

1. Включение радиометра в работу всегда выполнять одним, стандартным методом и производить систематическую запись цифр (отсчетов измерения) высвечивающихся на табло и вносимых на кодовый переключатель измерительного устройства «УИ – 38П2», согласно инструкции по эксплуатации.

Это поможет в самом начале работы установить неисправности и степень загрязненности радиометра.

2. Отсчеты единичных измерений записывать в типовую таблицу по ее назначению – аккуратно, в порядке появления их на табло «УИ – 38П2» и без пропусков.

Это поможет во - время обнаружить неверную запись показаний прибора, неправильно прочитанный отсчет или сбой в показаниях счетчика по другой причине, вызывающей погрешности грубого характера.

3. Для радиометрических измерений навеску исследуемой пробы взвешивают вместе с измерительным контейнером, чтобы устранить потери по массе при пересыпании из тары в контейнер.

4. Перед взвешиванием навески проверять правильность работы весов, положение нуля. От массы навески зависит точность единичных измерений, с увеличением массы – единичное измерение увеличивается и наоборот.

5. Засыпанную навеску в контейнер не забывайте разравнивать и уплотнять по одной схеме. С увеличением плотности укладки пробы единичные измерения уменьшаются и наоборот.

6. Перед установкой кюветки «Маринелли» на блок детектирования, необходимо, проверить плотно ли закрыта крышка на кюветке (до отказа ли завинчена). При неплотно закрытой крышке показатели активности резко увеличиваются.

7. Тара (тонкий полиэтиленовый мешок) для хранения и остывания пробы, не должны иметь повреждений, даже мелких проколов.

Масса навески, в таре с повреждениями, изменяется в течении времени, в зависимости от влажности и температуры воздуха.

8. По средней массе насыпного грунта контролируется относительная активность по слоям в многослойной пробе.

Если активность в слоях, исследуемой пробы не соответствует их массам насыпного грунта, то следует вновь проверить активность в соответствующих слоях.

## ЧАСТЬ. III ОПЫТЫ, ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ТЕМАМ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изложение методики и правил выполнения полевых и лабораторных работ представлено отдельно по каждому опыту, сконцентрированных по основным темам исследования.

Каждому опыту присвоен свой индивидуальный номер с названием конкретной темы исследования.

Индивидуальный номер присвоен в процессе исследования 108-ми опытам. Исследования проводились по нескольким опытам одновременно, поэтому индивидуальный номер опыта – это не порядковый номер, а номер темы исследования.

В Приложении 1 дан полный перечень, выполненных, полевых и лабораторных опытов с указанием индивидуального номера, темы исследования и краткой характеристики особенностей эксперимента. Описание порядка и практическое выполнение каждого опыта, представлено с указанием оборудования необходимого для эксперимента и изложено по следующей схеме:

- *исходные данные и необходимое лабораторное оборудование;*
- *цель проведения опыта;*
- *условия проведения опыта;*
- *результаты радиометрических единичных измерений представлены выборочно (не к каждому опыту), по необходимости;*
- *сводная ведомость результатов радиометрических измерений;*
- *краткий анализ, вывод;*
- *рисунок (графическая схема).*

### ГЛАВА III. 1. Лабораторные опыты по изучению точности измерений на радиометре РУБ-01П6.

**опыты: 8; 8-1; 8-3; 8-4; 8-5; 8-6; 8-7; 8-8; 9; 9-1.**

Исследование поставленной проблемы, методом анализа удельной активности пробы, основано на показаниях единичных измерений радиометра РУБ-01П6 с блоком детектирования БДКГ-03П и измерительным устройством УИ-38П2.

Согласно инструкции по эксплуатации ЖШ. 289.108ТО на радиометре РУБ -01П6 измеряются пробы емкостью 1л с плотностью от 0,2 до 1,5г/см<sup>3</sup>.

При коэффициенте чувствительности радиометра 0,035 л/сБк и установленных относительном коэффициенте перехода 0,26л<sup>-1</sup> и коэффициенте нормирования для <sup>137</sup>Cs равного 2,9 x 10<sup>-1</sup>, погрешность измерений может составить ± 25%, если значения удельной активности превышают 100Бк/л, кг, при меньших значениях от 20 до 100 Бк/л, кг – погрешность составляет ± 50%.

Погрешность измерений зависит от активности измеряемой пробы и ее физической величины.

Для анализа удельной активности одной и той же пробы, до и после многократного взаимодействия с водой, с учетом специфики лабораторного опыта, необходимо изучить причины влияющие на изменение единичных показателей активности.

Применительно к поставленным задачам и детального изучения этого вопроса проведены, выше перечисленные, опыты по изучению работы радиометра.

Как показали проведенные опыты, что стабильность измеренных показателей активности (одной и той же пробы) в основном зависит от массы навески загруженной в измерительный контейнер.

Использование навески одной и той же по массе, при определении активности исследуемой пробы показала, что разница в показателях измеренных активностей составляет не более  $\pm 1\%$ , вместо  $\pm 25\%$  при разной массе навесок (см. опыт 8-3).

В приведенных опытах изучались и другие причины и условия, влияющие на изменение показателей активности в навеске с постоянной массой, и все они зависят от качества и условий подготовки пробы и навески к радиометрическим измерениям и способа загрузки ее в измерительный контейнер.

## **ОПЫТ 8 Изменение показателей активности пробы радиоактивного грунта, под слоем нерадиоактивного грунта в измерительном контейнере, на радиометре РУБ – 01П6**

### *Исходные данные к опыту 8*

Настоящий опыт проводился в комнатных условиях (в учебной аудитории при радиологической лаборатории) при температуре  $15 \div 16^{\circ}\text{C}$ .

Для опыта использовался грунт двух типов:

- радиоактивный грунт массой 200г с удельной активностью 12418 Бк/кг – грунт супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя в к-зе «Комсомолец», Новозыбковского р-на, (см. Часть III.2.1; опыт 6п; т. I; 4 сосны);

- нерадиоактивный грунт – карьерный песок массой 1400г с удельной активностью 39 Бк/кг.

Для засыпки грунта и измерения его активности использовался измерительный контейнер – кюветка «Маринелли».

### *Цель проведения опыта 8.*

- Установить изменение средних показателей единичных измерений активности и удельной активности одной и той же массы радиоактивного грунта под разным слоем нерадиоактивного грунта (карьерного песка).

### *Условия проведения опыта 8.*

Радиоактивный и нерадиоактивный грунт до начала опыта подвергался однотипной подготовке:

- каждый грунт высушивался на нагревательных электроприборах;
- измельчался и просеивался через сито с ячейками 1 мм.

Подготовленный радиоактивный грунт массой – 200г засыпался в кюветку «Маринелли», поверхность грунта выравнивалась ровным слоем по дну, встряхиванием кюветки с грунтом по кругу 5-10 раз и уплотнялся ритмичным, легким, равномерным постукиванием дном кюветки 110 раз о пачку газет слоем 1 см. и после этого производилось измерение его первоначальной активности.

Далее в кюветку «Маринелли» на слой радиоактивного грунта засыпался подготовленный карьерный песок порциями массой по 100г. Песок и грунт не перемешивались. Засыпанный песок осторожно разравнивался торцом линейки по поверхности радиоактивного грунта одинаковым слоем и производилось уплотнение всей пробы, постукиванием дном кюветки о пачку газет – 100 раз, перед измерением активности засыпанной пробы массой 300г (200г радиоактивного грунта + 100г песка).

После каждого измерения активности, к пробе в кюветку «Маринелли» досыпалась следующая порция песка массой 100г, с последующим выравниванием поверхности и уплотнением принятым способом.

Проверка активности каждой пробы с увеличенной массой проводилась последовательно, пока ее масса не достигала 1600г, т.е. когда использовался весь песок в качестве добавки.

Результаты радиометрических измерений приведены в **таблице 1.8.1**

### *Вывод к опыту 8.*

- Показатели по удельной активности сухой пробы радиоактивного грунта уменьшаются под слоем карьерного песка пропорционально массе добавленного песка;
- Показатели средних единичных измерений по активности остаются почти одинаковыми под слоем песка от 0 до 6,6 см, приблизительно 2550 Бк, т.к. слой радиоактивного грунта под слоем песка в кюветке «Маринелли» всегда одинаково соприкоснулся с блоком детектирования;
- Количество единичных измерений для проб, с удельной активностью более 5000-10000 Бк/кг, следует проводить не менее 90-180 раз, чтобы среднее значение получалось более достоверным;
- При увеличении массы карьерного песка, у которого удельная активность на каждые 200г массы – 39,0 Бк/кг, постоянный рост незаметен для показателей единичных измерений. Это изменение гасится ростом массы пробы в измерительном контейнере, (см. опыт 8-3).

Таблица 1.8.1 – Изменение активности радиоактивного грунта под разным слоем песка (не радиоактивного грунта) в сосуде «Маринелли».

№ п/п	Дата	Навеска			Активность сухой пробы							
		Масса, г		Общий слой. см	Фон. Бк	Отсчет				$\Sigma R_{cp}$ 3 Бк	Удельная активность Бк/кг	
		Радио-активный грунт	Песок			R <sub>1</sub> Бк	R <sub>2</sub> Бк	R <sub>5</sub> Бк	R <sub>cp</sub> Бк			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	19.10.06	200	-	2,0	69,1	2530	2440	2600				
						2630	2550	2470	2592			
						2600	2490	2420	2552	2553	12418	
						2620	2620	2480	2514			
						2580	2660	2600				
2	19.10.06	200	+100	2,6	69,1	2570	2560	2600				
						2620	2520	2590	2560			
						2630	2680	2490	2554	2558	8299	
						2510	2480	2600	2562			
						2490	2530	2530				
3	19.10.06	200	+200	3,2	69,1	2610	2530	2630				
						2700	2390	2590	2534			
						2470	2550	2490	2516	2542	6182	
						2420	2510	2660	2576			
						2470	2600	2510				
4	19.10.06	200	+300	3,8	69,1	2560	2670	2550				
						2550	2540	2580	2556			
						2520	2590	2520	2608	2565	4991	
						2650	2720	2490	2520			
						2500	2520	2510				
5	19.10.06	200	+400	4,4	69,1	2530	2430	2570				
						2620	2630	2510	2588			
						2570	2610	2480	2598	2576	4178	
						2600	2690	2520	2542			
						2620	2630	2630				
6	19.10.06	200	+500	5,0	69,1	2580	2590	2500				
						2580	2550	2530	2568			
						2490	2420	2600	2504	2547	3537	

продолжение таблицы 1.8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
						2570	2520	2560	2562		
						2620	2440	2620			
7	19.10.06	200	+600	5,5	69,1	2500	2630	2570			
				$h_q=0$		2530	2580	2550	2536		
						2660	2630	2550	2584	2566	3121
						2500	2610	2640	2578		
						2490	2470	2580			
8	19.10.06	200	+700	5,8	69,1	2650	2380	2400			
				$h_q=0,3$		2550	2500	2660	2586		
						2620	2450	2590	2490	2540	2745
						2500	2610	2540	2544		
						2610	2510	2530			
9	19.10.06	200	+800	6,1	69,1	2540	2600	2480			
				$h_q=0,6$		2600	2550	2490	2570		
						2620	2500	2400	2558	2544	2544
						2590	2550	2430	2504		
						2500	2590	2720			
10	19.10.06	200	+900	6,4	69,1	2580	2460	2550			
				$h_q=0,9$		2650	2620	2470	2598		
						2530	2660	2540	2620	2586	2288
						2620	2610	2520	2540		
						2610	2750	2590			
11	19.10.06	200	+1000	6,8	69,1	2550	2430	2540			
				$h_q=1,3$		2500	2500	2570	2570		
						2490	2500	2750	2524	2551	2068
						2630	2580	2600	2560		
						2680	2610	2340			
12	19.10.06	200	+1100	7,2	69,1	2540	2400	2530			
				$h_q=1,7$		2580	2620	2550	2562		
						2560	2500	2390	2556	2542	1902
						2650	2630	2600	2508		
						2480	2630	2470			
13	19.10.06	200	+1200	7,6	69,1	2540	2530	2540			

продолжение таблицы 1.8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				$h_q=2,1$		2360	2670	2490	2520		
						2530	2540	2620	2610	2574	1789
						2580	2660	2610	2592		
						2590	2650	2700		2561	
14	19.10.06	200	+1300	8,1	69,1	2570	2520	2560			
				$h_q=2,6$		2490	2590	2620	2562		
						2640	2590	2650	2578	2561	1661
						2640	2650	2520	2572		
						2470	2540	2510			
15	19.10.06	200	+1400	8,6	69,1	2590	2650	2680			
				$h_q=3,1$		2430	2600	2550	2550		
						2750	2560	2410	2558	2549	1550
						2400	2430	2510	2540		
						2580	2550	2550			

Примечание: 1.  $h_q$  – слой досыпанного песка в измерительном контейнере выше выступа в сосуде «Маринелли», т.е. это слой над поверхностью блока детектирования

## **Опыт 8-1. Изменение показателей активности одной и той же пробы радиоактивного грунта, при разной уплотненности его в измерительном контейнере, на радиометре РУБ – 01П6.**

*Исходные данные к опыту 8-1.*

Настоящий опыт проводился в комнатных условиях (в учебной аудитории при радиологической лаборатории) при температуре  $15 \div 16^{\circ}\text{C}$ .

Для опыта использовался грунт одного типа общей массой 500г, с удельной активностью 10847 Бк/кг.

Грунт супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя в к-зе «Комсомолец» Новозыбковского р-на, (см. часть III.2.1; опыт бп; т.І; 4 сосны).

Для засыпки грунта и измерения его активности использовался измерительный контейнер – кюветка «Маринелли».

*Цель опыта 8-1.*

- Изучить влияние плотности подготовленной пробы грунта, засыпанного в измерительный контейнер, на изменение показателей удельной активности;
- Установить оптимальный способ уплотнения сыпучей пробы в измерительном контейнере, для создания одинаковой плотности при очередном (повторном) измерении активности одной и той же пробы.

*Условия проведения опыта 8-1*

Проба радиоактивного грунта до начала опыта высушивалась на электрокалорифере, измельчалась и просеивалась через сито с ячейками 1мм.

Подготовленная таким образом проба грунта массой 500г в кюветку «Маринелли» засыпалась и уплотнялась в ней разными способами.

Засыпка грунта осуществлялась тремя разными способами. При каждом способе засыпки применено 6-ть разных типов уплотнения одной и той же пробы.

Удельная активность пробы массой 500г определялась после каждого способа засыпки и каждого типа уплотнения.

При каждом способе засыпки, в зависимости от типа уплотнения, изменялась глубина грунта в кюветке «Маринелли».

Глубина грунта замерялась линейкой по внешнему краю кюветки, чтобы не производить рыхления уплотненного грунта.

Три способа засыпки:

1. Проба массой – 500г засыпалась в кюветку «Маринелли» и не высыпалась из нее перед каждым из шести типов уплотнения. Одна засыпка проходила шесть разных типов уплотнения.

2. Проба массой – 500г засыпалась и высыпалась из сосуда «Маринелли» перед каждым из шести типов уплотнения. Каждая засыпка проходила один тип уплотнения.

3. Проба массой – 500г засыпалась и вновь высыпалась после применения каждого из первых 3-х типов уплотнения (1, 2 и 3). После применения уплотнения тип-4 проба не высыпалась, а проводилось дополнительное уплотнение засыпанной пробы с последующим усилением последнего уплотнения по типу 5 и 6.

Шесть типов уплотнения:

1. Проба массой 500г засыпалась в сосуд «Маринелли», поверхность грунта разравнивалась торцом линейки;

2. Проба массой 500г засыпалась в сосуд «Маринелли», поверхность грунта разравнивалась легким встряхиванием по кругу и покачиванием по горизонтали по 5 раз.

3. Проба массой 500г засыпалась в сосуд «Маринелли», поверхность выравнивали по типу 2, и уплотнение проводилось легким, ритмичным 10-ти кратным постукиванием дном кюветки о пачку газет толщиной 1 см;

4. Тоже, что по типу 2 и уплотнение проводилось 50-ти кратным постукиванием о пачку газет толщиной 1 см;

5. Тоже, что по типу 2 и уплотнение проводилось 100-кратным постукиванием о пачку газет толщиной 1см;

6. Тоже, что по типу 2 и уплотнение проводилось 150-ти кратным постукиванием о пачку газет толщиной 1 см.

Результаты измерения показателей активности пробы грунта массой 500г, в зависимости от способов засыпки и типа уплотнения, приведены в сводной ведомости, см. **таблица 1.8-1.1.**

*Вывод к опыту 8-1.*

1. Показатели удельной активности пробы одной массы (в данном случае – 500г):

- увеличиваются с уменьшением ее объема, в результате уплотнения пробы в измерительном контейнере;

- и наоборот уменьшаются с увеличением ее объема, в результате разуплотнения пробы в измерительном контейнере.

2. Следовательно, с увеличением массы одной и той же радиоактивной пробы в измерительном контейнере показатели удельной активности уменьшаются и наоборот увеличиваются при уменьшении массы, не прибегая к уплотнению пробы. (Этот вывод подтверждается, см. опыт 8-3).

3. Следовательно, для того, чтобы показатели удельной активности для одной и той же пробы получились однозначными, необходимо загружать в измерительный контейнер пробу одной определенной массы и уплотнять ее одним способом, чтобы, при очередной проверке ее активности, проба занимала первоначальный объем.

4. Как показывает опыт, что варьирование показателей удельной активности пробы одной и той же массы, в зависимости от ее объема (ее уплотненности), в измерительном контейнере «Маринелли» происходит в пределах 4%.

5. Для устранения этих вариаций необходимо соблюдать следующие правила при подготовке пробы к радиометрическим измерениям:

- Тщательно сушить пробу;
- Одинаково измельчать и просеивать через сито с ячейками 1мм;
- Уплотнять пробу грунта в измерительном контейнере одним методом.

6. При выполнении лабораторных опытов в настоящей работе применялся следующий способ уплотнения сыпучих проб:

1. Засыпанная проба разравнивалась по дну вращением кюветки по кругу и покачиванием по горизонтали по 5-10 раз, до выравнивания поверхности;

2. Уплотнялась проба постукиванием дна измерительного контейнера о пачку газет толщиной 1 см:

для почв, грунта – 110раз;

для растительных остатков – 210 раз.

Таблица 1.8-1.1 – Изменение показателей активности пробы грунта массой 500г при разном способе его уплотнения в измерительном контейнере – сосуд «Маринелли».

Способ засыпки грунта массой 500г в измерительный контейнер.	Способ уплотнения	Слой грунта, h, см	Активность пробы в зависимости от типа уплотнения, Бк/кг						
			Разравнивание поверхности торцом линейки	Легкое встряхивание вращением сосуда по кругу 5 раз.	Уплотнение грунта постукиванием дном сосуда о пачку газет				
					10 раз	50 раз	100 раз	150 раз	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Один раз засыпанный грунт прошел последовательно все способы уплотнения	1	5,3	10847						
	2	5		10983					
	3	4,6			10935				
	4	4,4				11127			
	5	4,2						11243	
	6	4,1							11181
2. Грунт перед каждым способом уплотнения высыпали из сосуда и засыпали вновь.	1	5,3	10842						
	2	4,7		11099					
	3	4,6			10936				
	4	4,3				11023			
	5	~						10955	
	6	4							11332
3. Грунт перед 1, 2, 3 типом уплотнения высыпали из сосуда и засыпали вновь. перед 4, 5, 6 типом уплотнения грунт не высыпали, а уплотнялся с последующим усилением последнего из них.	1	5,2	10858						
	2	4,3		11087					
	3	4,2			11195				
	4	4,1				11210			
	5	4,0						11232	
	6	3,9							11281

**Опыт 8-3. Изменение показателей активности одной и той же пробы грунта, при увеличении массы навески от 50г до 1000г в измерительном контейнере, на радиометре РУБ – 01П6.**

*Исходные данные к опыту 8-3.*

Настоящий опыт проводился в комнатных условиях (в учебной аудитории при радиологической лаборатории) при температуре  $15 \div 16^{\circ}\text{C}$ .

Для опыта использовался радиоактивный грунт одного типа общей массой 1000г, с удельной активностью 11500 Бк/кг.

Грунт супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на, (см. Часть III.2.1; опыт бп; т.І; 4 сосны).

Для засыпки грунта и измерения его активности использовался измерительный контейнер – кюветка «Маринелли».

*Цель проведения опыта 8-3.*

- Изучить изменение показателей активности и удельной активности одной и той же пробы грунта, при ее загрузке в измерительный контейнер навесками с разной массой.
- Установить массу навески, для которой показатели удельной активности стабильны при многократном измерении.

*Условия проведения опыта 8-3*

Проба радиоактивного грунта перед началом опыта прошла 2-х суточный период сушки на электрокалорифере, с последующим охлаждением не менее 2-х суток. Сухая проба массой 1000г тщательно измельчена и просеяна через сито с ячейками 1мм.

Активность подготовленной пробы грунта измерялась, в каждом цикле, в одном и том же измерительном контейнере, с последовательным наращиванием массы навески от 50г до 1000г.

Удельная активность определялась для каждой навески. В каждом цикле удельная активность измерена для 11-ти навесок разных по массе.

Продолжительность одного цикла – не более одних суток, с перерывом  $2 \div 5$  суток между циклами. Всего проведено три цикла.

Проба грунта массой – 1000г, перед началом каждого цикла, тщательно перемешивалась в полиэтиленовом мешке методом пересыпки по 20 раз из конца в конец.

В перерывах между циклами, исследуемая проба грунта хранилась в плотно закрытом полиэтиленовом мешке, в комнатных условиях при плюсовой температуре  $16 \div 17^{\circ}\text{C}$ .

Засыпался грунт в кюветку «Маринелли» порциями по 50, 100, 200 грамм. Измерения активности пробы начинались с наименьшей массы – 50г, при наращивании массы навески, дополнительная порция грунта засыпалась равномерно по поверхности предыдущей навески.

Для разуплотнения навески, прошедшей измерение, проводилось рыхление на всю глубину деревянным штырем и только после этого осуществлялось наращивание навески.

Поверхность каждой засыпанной навески грунта выравнивалась вращением по кругу и покачиванием кюветки «Маринелли» из стороны в сторону по 5 ÷ 10 раз, до полного выравнивания поверхности грунта.

Для достижения равномерной плотности навески, кюветку с грунтом утрясали методом постукивания дном о пачку газет толщиной – 1 см по 110 раз. После очередного уплотнения грунта проводился замер глубины засыпанной навески.

Результаты измерения показателей активности пробы общей массой 1000г по трем циклам приведены в **таблице 1.8-3.1.**

*Вывод к опыту 8-3.*

2. Показатели удельной активности одной и той же радиоактивной пробы, в зависимости от массы навески в измерительном контейнере, уменьшаются с ростом ее массы. Эта закономерность прослеживается на примере всех трех проведенных циклов измерения.

2. Показатели удельной активности одной и той же пробы, для самой маленькой навески – 50г и самой большой – 1000г, отличаются на 18 ÷ 25% во всех трех циклах измерения.

3. Показатели удельной активности одной и той же пробы, для навесок равных по массе, отличаются друг от друга менее чем на 1% во всех трех циклах измерения. Эта разница обусловлена способом подготовки и засыпки навески в измерительный контейнер.

4. Для устранения разницы в показателях активности одной и той же пробы, при очередном ее измерении, необходимо загружать в измерительный контейнер пробу одинаковой массы.

5. Как показывает опыт, удельная активность для одинаковых навесок по массе в трех циклах выполненных измерений, наиболее стабильна для навесок массой 200-300г.

6. Для получения стабильных показателей по активности пробы, необходимо, принять за правило при радиометрических измерениях, работать с навеской определенной массы:

- Навеска массой 200-300г принята из практических соображений, т.к. гарантирован небольшой объем пробы для эксперимента, с маленькой пробой легче добиться равномерного высушивания, более тщательного перемешивания, измельчения, равномерного уплотнения и т.д.

- Для каждого опыта навеска выбирается одной массы-200г (или 300)г, т.к. показатели активности и удельной активности для навесок разных по массе не сравнимы между собой.

- Исследуемую пробу массой 500-600г и более, для определения активности следует делить на навески массой 200 (или 300)г. и удельную активность пробы определять, как среднее арифметическое из удельных активностей одинаковых навесок.

Таблица 1.8-3.1 – Изменение удельной активности одной и той же пробы грунта при наращивании массы навески от 50г до 1000г в измерительном контейнере «Маринелли».

Дата определения активности	№ цикла измерения	Показатели измерения при одинаковом способе засыпки				
		Слой грунта в кюв. «Маринелли». h, см	Навеска г	Отсчет Бк	Удельная активность Бк/кг	Изменение активности по глубине ± Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7
Засыпка 1 грунта в сосуд «Маринелли».						
18.01.07	Цикл 1	0,5	50	644,05	11480	-
		0,9	100	1240	11696	+216
		1,3	150	1787	11451	-29
		1,8	200	2363	11465	-11
		2,6	300	3485	11381	-99
		3,4	400	4551	11201	-279
		4,1	500	5473	10807	-673
		4,8	600	6260	10315	-1165
		5,7	700	7075	10007	-1473
		6,5	900	8492	9358	-2122
		7,2	1000	9173	9103	-2467
Засыпка 2 грунта в сосуд «Маринелли».						
20.01.07	Цикл 2	0,5	50	633	11254	-
		0,9	100	1188	11180	-74
		1,3	150	1745	11167	-87
		1,8	200	2343	11365	+111
		2,6	300	3471	11336	+82
		3,4	400	4459	10973	-281
		4,1	500	5405	10667	-587
		4,8	600	6208	10228	-1026
		5,7	700	7056	9979	-1275
		6,5	900	8406	9262	-1992
		7,1	1000	9203	9133	-2121
Засыпка 3 грунта в сосуд «Маринелли».						
26.01.07	Цикл 3	0,5	50	647,9	11554	-
		1,0	100	1224	11535	-21
		1,4	150	1787	11443	-111
		1,8	200	2389	11534	-20
		2,6	300	3512	11472	-82
		3,4	400	4476	11015	-539
		4,2	500	5396	10652	-902
		5,1	600	6200	10217	-1337
		5,7	700	7105	10049	-1505
		6,5	900	8673	9559	-1995
		7,0	1000	9280	9209	-2345

Примечание:

1. Фон для цикла 1 и 2 – 70,2 Бк;  
для цикла 3 – 70,05 Бк.

**ОПЫТ 8-4. Изменение показателей активности грунта, нагретого во время сушки на электрокалорифере, в зависимости от продолжительности остывания. (На примере опыта 14-6, после циклов испарения 15; 16; 17).**

*Исходные данные к опыту 8-4.*

Настоящий опыт проводился на основе опыта 14-6, сразу после окончания 12-ти суточных испарительных циклов 15; 16; 17, (см. Часть III.3.4).

Исследуемая проба радиоактивного грунта общей массой 912г использована из опыта 14-6 – (Испарение радионуклидов из супесчаного грунта слоем 7,7 см с подогревом под электрокалорифером). Первоначальная средняя удельная активность всего слоя грунта 7,7 см составляла 11795 Бк/кг.

Сушка грунта по слоям после испарительных циклов и определение их активности проводились в разных лабораториях, расположенных в разных корпусах. Доставка проб из лаборатории в лабораторию, в условиях с пониженной температурой до  $-2^{\circ}\text{C}$ , способствовала быстрому снижению температуры проб грунта, нагретых при сушке на электроприборах, с  $40^{\circ}\text{C}$  до  $22^{\circ}\text{C}$ .

Сушка проб грунта, после каждого испарительного цикла в течении 2-х суток, проводилась в алюминиевых площадках сферической формы  $d=10\text{см}$  на электрокалорифере, при температуре  $50 \div 65^{\circ}\text{C}$ . Для сушки общая масса исследуемой пробы делилась на 3-и части, по слоям. Остывание подготовленных проб осуществлялось в комнатных условиях в плотно закрытых полиэтиленовых мешках.

*Цель проведения опыта 8-4.*

1. Изучить влияние продолжительности остывания пробы грунта на изменение показателей активности.
2. Определение оптимальной продолжительности остывания пробы для получения стабильных показателей активности.

*Условия проведения опыта 8-4*

Определение активности грунта по мере его остывания, проводилось по 3-м циклам с интервалом 12 суток, с учетом дат окончания испарительных циклов в опыте 14-6.

Исследуемая влажная проба грунта общим слоем 7,7 см и массой 912г извлекается из испарительного сосуда по слоям, согласно разделительной пластмассовой сетки между ними. Каждая проба извлекается в виде сплошного, уплотненного слоя грунта с разной степенью влажности. Верхний слой всегда почти сухой.

Сушатся пробы одновременно в отдельных площадках .

Через 2-е суток высушенные слои грунта измельчаются еще в теплом состоянии, просеиваются через сито с ячейками -1 мм, определяется масса насыпного грунта и для последующего остывания каждый слой грунта засыпается в отдельный полиэтиленовый мешок.

Строго по-времени фиксируется масса влажного и высохшего грунта, температура грунта и температура в комнатных условиях и время начала измерения активности.

Активность грунта каждого слоя определяется по мере остывания, три раза в течении одних суток, с интервалом 5 часов – в 11 часов, в 16 часов, в 21 час. После определения активности все слои грунта возвращаются в испарительный сосуд.

Условия опыта и результаты радиометрических измерений активности каждого слоя грунта в зависимости от продолжительности остывания приводятся после окончания соответствующего цикла испарения – 15, 16, 17 в **таблице 1.8.-4.1.**

*Вывод к опыту 8-4.*

3. Показатели удельной активности нагретой пробы грунта уменьшаются по мере остывания ее в комнатных условиях в течении 15 часов.

2. Грунт остывает постепенно до комнатной температуры. Практически невозможно измерять активность при строго определенной температуре пробы, поэтому необходимо установить минимально возможную (оптимальную) продолжительность остывания.

3. Как показывает настоящий опыт на примере испарительных циклов, что изменение удельной активности, измеренной сразу после сушки грунта и показателей предыдущего цикла, измеренных через 12 часов, варьируют между собой со значительным отклонением. Это позволяет предполагать, что активность грунта в предыдущих и последующих испарительных циклах измерялась не в одинаковых условиях (см. таблицу 1.8-4.1, графа 19).

Проба грунта после каждого нагрева должна остывать не менее 15-18 часов.

4. Для установления оптимальной продолжительности остывания пробы грунта проводились дополнительные опыты:

Опыт 8-5 – на примере опыта 14-1, испарительных циклов 12; 13; 14.

Опыт 8-6 – на примере опыта 14-6, цикла 16 с дополнительным подогревом.

Таблица 1.8-4.1 – Изменения активности нагретых проб грунта, в зависимости от продолжительности остывания их при комнатной температуре, после циклов испарения 15, 16, 17.

Дата определения активности.	№ цикла	Слой грунта			Снято с эл-калорифера			Активность сухого грунта после остывания								
		№	масса, г		Время.	t <sup>0</sup> гр	Масса н.гр.	Время.	t <sup>0</sup> гр	Масса н.гр.	Навеска.	Фон.	Актив-ность навески.	Удель-ная актив-ность. Бк/кг	Изменения Бк/кг	
			Влаж-ный.	Сухой											после осты-вания.	к циклу
1	2	3	4	5	6 час	7 С <sup>0</sup>	8 г	9 час	10 С <sup>0</sup>	11 г	12 г	13 Бк	14 Бк	15 Бк/кг	16	17
10.03.07	После испар. 15	Измерение активности в 11 часов.														
		t <sup>0</sup> ком = 25 <sup>0</sup> С			t <sup>0</sup> ком = 22,5 <sup>0</sup> С											
		сл.1	234	230	9 <sup>00</sup>	42 <sup>0</sup>	59,25	11 <sup>00</sup>	22,0	53,12	200	71,1	2780	11553	-	+43
		сл.2	332	298	9 <sup>10</sup>		58,17	11 <sup>20</sup>	22,2	51,72	200		2483	12068	-	+257
		сл.3	346	312	9 <sup>20</sup>		59,73	11 <sup>50</sup>	21,9	53,40	200		2423	11765	-	+50
		Измерение активности в 16 часов.														
		t <sup>0</sup> ком = 22,0 <sup>0</sup> С														
		сл.1						16 <sup>20</sup>	22,5	53,93	200	71,1	2348	11380	-173	
		сл.2						16 <sup>45</sup>	22,2	52,52	200		2391	11608	-560	
		сл.3						17 <sup>05</sup>	21,9	53,48	200		2383	11571	-194	
		Измерение активности в 21 часов.														
		t <sup>0</sup> ком = 22,0 <sup>0</sup> С														
		сл.1						21 <sup>00</sup>	21,8	53,90	200	71,1	2310	11200	-353	
		сл.2						21 <sup>45</sup>	21,8	52,89	200		2425	11791	-277	
		сл.3						22 <sup>10</sup>	21,8	53,88	200		2365	11476	-289	
22.03.07	После испар. 16	Измерение активности в 11 часов.														
		t <sup>0</sup> ком = 25 <sup>0</sup> С			t <sup>0</sup> ком = 22,5 <sup>0</sup> С											
		сл.1	230	218	9 <sup>00</sup>	38 <sup>0</sup>	60,1	11 <sup>25</sup>	24	53,72	200	71,1	2290	11102	-	-98
		сл.2	340	300	9 <sup>05</sup>		59,1	11 <sup>45</sup>	24,5	53,05	200		2438	11850	-	+59
		сл.3	370	318	9 <sup>15</sup>		58,8	12 <sup>10</sup>	23,5	53,12	200		2337	11336	-	-140
		Измерение активности в 16 часов.														
		t <sup>0</sup> ком = 22,8 <sup>0</sup> С														
		сл.1						16 <sup>30</sup>	23,6	54,65	200	71,1	2247	10887	-215	
		сл.2						16 <sup>50</sup>	23,4	53,50	200		2374	11521	-329	
		сл.3						17 <sup>10</sup>	23,4	53,91	200		2290	11102	-234	
		Измерение активности в 21 часов.														
		t <sup>0</sup> ком = 23,0 <sup>0</sup> С														
		сл.1						21 <sup>10</sup>	23,2	54,52	200	71,1	2224	10708	-394	
		сл.2						21 <sup>30</sup>	23,2	54,03	200		2330	11303	-547	
		сл.3						21 <sup>50</sup>	23,2	53,90	200		2243	10831	-505	
3.04.07	После испар. 17	Измерение активности в 11 часов.														

продолжение таблицы 1.8-4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
			$t_{\text{ком}}^0 = 24^0\text{C}$							$t_{\text{ком}}^0 = 23,2^0\text{C}$							
		сл.1	218	216	9 <sup>55</sup>	40 <sup>0</sup>	59,5	11 <sup>20</sup>	25,2	53,60	200	71,1	сл.1	218	216	9 <sup>55</sup>	
		сл.2	314	286	10 <sup>00</sup>		59,05	11 <sup>45</sup>	24,3	53,45	200		2370	11500	-	+197	
		сл.3	366	320	10 <sup>15</sup>		59,42	12 <sup>00</sup>	24,8	53,84	200		2291	11108	-	+277	
Измерение активности в 16 часов.																	
									$t_{\text{ком}}^0 = 22,8^0\text{C}$								
		сл.1						16 <sup>30</sup>	23,4	54,40	200	71,1	2144	10371	-216		
		сл.2						16 <sup>50</sup>	23,8	54,28	200		2301	11156	-344		
		сл.3						17 <sup>10</sup>	23,2	53,77	200		2234	10826	-282		
Измерение активности в 21 часов.																	
									$t_{\text{ком}}^0 = 22^0\text{C}$								
		сл.1						21 <sup>20</sup>	23,0	53,98	200	71,1	2131	10305	-282		
		сл.2						21 <sup>40</sup>	22,8	54,55	200		2297	11140	-366		
		сл.3						22 <sup>00</sup>	22,8	54,65	200		2217	10739	-369		

**ОПЫТ 8-5. *Изменение показателей активности супесчаного грунта, нагретого во время сушки на электрокалорифере, в зависимости от продолжительности остывания. (На примере опыта 14-1, после испарительных циклов 12; 13; 14).***

*Исходные данные к опыту 8-5.*

Настоящий опыт проводился на основе опыта 14-1, сразу после окончания 18-ти суточных испарительных циклов 12; 13; 14, (см. Часть III.3.4).

Исследуемая проба радиоактивного грунта общей массой 857г использована из опыта 14-1 – (Испарение радионуклидов из супесчаного грунта слоем 8,1 см при комнатных условиях, без дополнительного подогрева).

Первоначальная средняя удельная активность всего слоя грунта 8,1 см составляла 11762 Бк/кг.

Сушка грунта по слоям после испарительных циклов и определение их активности проводились в разных лабораториях, расположенных в разных корпусах. Доставка проб из лаборатории в лабораторию, в условиях с пониженной температурой до  $-2^{\circ}\text{C}$ , способствовала быстрому снижению температуры проб грунта, нагретых при сушке на электроприборах, с  $40^{\circ}\text{C}$  до  $20^{\circ}\text{C}$ .

Сушка проб грунта, после каждого испарительного цикла в течении 2-х суток, проводилась в алюминиевых площадках сферической формы  $d=10\text{см}$  на электрокалорифере, при температуре  $50 \div 65^{\circ}\text{C}$ . Для сушки общая масса исследуемой пробы делилась на 3-и части, по слоям. Остывание подготовленных проб осуществлялось в комнатных условиях, в плотно закрытых полиэтиленовых мешках.

*Цель проведения опыта 8-5.*

1. Изучить влияние продолжительности остывания пробы грунта на изменение показателей активности.
2. Определение оптимальной продолжительности остывания пробы для получения стабильных показателей активности.

*Условия проведения опыта 8-5*

Определение активности грунта по мере его остывания, проводилось по 3-м циклам с интервалом 18 суток, с учетом дат окончания (искусственного прекращения) испарительных циклов в опыте 14-1.

Исследуемая влажная проба грунта общим слоем 8,1 см и массой 857г извлекается из испарительного сосуда по слоям, согласно разделительной пластмассовой сетки между ними. Каждая проба извлекается в виде сплошного, уплотненного слоя грунта с разной степенью влажности. Верхний слой менее влажный, чем нижние два слоя.

Слои грунта извлекаемые для сушки в настоящем опыте более влажные, чем в опыте 8-4, где грунт извлекается из испарителя с подогревом.

Сушатся пробы грунта одновременно в отдельных площадках, на электрокалорифере, в течении 2-х суток, при температуре  $50-65^{\circ}$ .

Через 2-е суток высушенные слои грунта, еще в теплом состоянии, готовят к радиометрическим измерениям так же, как в опыте 8-4.

Активность грунта каждого слоя определяется по мере остывания, три раза в течении одних суток, с интервалом 5 часов – в 11 часов, в 16 часов, в 21 час.

Все слои грунта, проверенные на активность, возвращались в испарительный сосуд после циклов 12 и 13.

После цикла 14 грунт, проверенный на активность, оставался в сухом, плотно закрытом полиэтиленовом мешке, для дополнительного остывания на 1,5 суток.

Измеренная активность каждого слоя, после дополнительного времени на остывание, осталась такой, как после 15 часов остывания.

Условия опыта и результаты радиометрических измерений активности каждого слоя грунта, в зависимости от продолжительности остывания, приводятся после окончания соответствующего цикла испарения – 12, 13, 14, в **таблице 1.8.-5.1**.

*Вывод к опыту 8-5.*

4. Показатели удельной активности нагретой пробы грунта уменьшаются по мере остывания ее в комнатных условиях в течении 15 ÷ 18 часов с момента нагрева, (см. таблицу 1.8-5.1, графа 15).

2. Повторная проверка 16.04.07г, остывшего грунта после цикла 14 через 1,5 суток дополнительного остывания, показала, что измеренная активность каждого слоя осталась такой же, как после 15 часов остывания 14.04.07г.

Показатели активности пробы после нагрева становятся стабильными через 2-е суток.

3. Проба грунта остывает до температуры окружающей среды в течении 18 ÷ 24 часов и только тогда показатели активности пробы становятся стабильными, (см. таблицу 1.8-5.1, графа 15, цикл 14).

4. Оптимальная продолжительность остывания нагретой пробы не должна быть менее 24 часов, и не более 48 часов, чтобы избежать влияния изменяющейся влажности окружающей среды.

5. Показатели активности неостывшей пробы, отличаются от показателей остывшей пробы, предыдущего цикла измерения активности, с большим отклонением друг от друга и в сторону увеличения и уменьшения (см. таблицу 1.8-5.1, графа 16).

Таблица 1.8-5.1 – Изменения активности нагретых проб грунта в зависимости от продолжительности остывания их при комнатной температуре после циклов испарения 12, 13, 14.

Дата определения активности	№ цикла, № слоя грунта	Масса пробы		Снято с эл-калорифера			Активность сухой пробы грунта после остывания								
		Влажная.	Сухая.	Время.	$t^0_{гр}$	Масса н.гр.	Время начало.	$t^0_{гр}$	Масса н.гр.	Навеска.	Фон.	Активность навески.	Удельная активность. Бк/кг	Изменения Бк/кг	
1	2	г	г	час	$С^0$	г	час	$С^0$	г	г	Бк	Бк	Бк/кг	После остывания.	К циклу
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
10.03.07	После испар. 12	Измерение активности в 11 <sup>00</sup> часов.													
		$t^0_{ком} = 20,5^0C$			$t^0_{ком} = 20,5^0C$			$t^0_{ком} = 20,5^0C$							
	сл.1	320	267	9 <sup>25</sup>	35 <sup>0</sup>	53,03	11 <sup>00</sup>	20,1	53,50	200	71,1	2384	11566	-	-298
	сл.2	360	295	9 <sup>30</sup>		52,15	11 <sup>20</sup>	20,3	51,58	200		2462	11953	-	-71
	сл.3	360	295	9 <sup>35</sup>		52,0	11 <sup>40</sup>	20,3	52,15	200		2425	11767	-	-195
	Измерение активности в 16 <sup>00</sup> часов.														
	сл.1						16 <sup>00</sup>	20,1	53,13	200	71,1	2338	11333	-233	
	сл.2						16 <sup>20</sup>	20,1	51,63	200		2409	11690	-263	
	сл.3						16 <sup>40</sup>	20,1	52,0	200		2400	11642	-125	
	Измерение активности в 21 час.														
									$t^0_{ком} = 20^0C$						
	сл.1						22 <sup>00</sup>	19,09	53,05	200	71,1	2298	11136	-430	
	сл.2						22 <sup>20</sup>	19,09	51,65	200		2350	11395	-558	
	сл.3						22 <sup>35</sup>	19,0	52,05	200		2353	11434	-333	
28.03.07	После испар. 13	Измерение активности в 11 <sup>00</sup> часов.													
		$t^0_{ком} = 22,3^0C$			$t^0_{ком} = 23^0C$			$t^0_{ком} = 23^0C$							
	сл.1	290	244	9 <sup>15</sup>	34 <sup>0</sup>	50,78	10 <sup>15</sup>	24,9	51,15	200	71,1	2378	11535	-	+399
	сл.2	358	300	9 <sup>25</sup>		51,52	10 <sup>35</sup>	24,85	51,85	200		2388	11586	-	+191
	сл.3	358	274	9 <sup>30</sup>		50,58	10 <sup>35</sup>	24,6	50,85	200		2404	11664	-	+230
	Измерение активности в 16 <sup>00</sup> часов.														
									$t^0_{ком} = 23^0C$						
	сл.1						16 <sup>00</sup>	22,9	52,45	200	71,1	2294	11115	-420	
	сл.2						16 <sup>20</sup>	23,0	53,65	200		2306	11171	-415	
	сл.3						16 <sup>45</sup>	23,0	51,85	200		2323	11260	-404	
	Измерение активности в 21 <sup>00</sup> часов.														
									$t^0_{ком} = 22,5^0C$						
	сл.1						21 <sup>00</sup>	23,0	52,88	200	71,1	2272	11010	-525	
	сл.2						21 <sup>25</sup>	23,1	52,78	200		2319	11242	-344	
	сл.3						21 <sup>40</sup>	23,1	52,45	200		2317	11227	-437	
14.04.07	После испар. 14	Измерение активности в 11 <sup>00</sup> часов.													
		$t^0_{ком} = 13^0C$			$t^0_{ком} = 13,5^0C$			$t^0_{ком} = 13,5^0C$							
	сл.1	278	226	9 <sup>30</sup>	34 <sup>0</sup>	-	10 <sup>35</sup>	17,6	53,05	200	71,1	2283	11061	-	+51

продолжение таблицы 1.8-5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	сл.2	392	306	9 <sup>35</sup>		-	10 <sup>55</sup>	17,3	52,0	200		2371	11496	-	+254
	сл.3	366	282	9 <sup>40</sup>		-	11 <sup>30</sup>	16,4	50,95	200		2411	11699	-	+472
Измерение активности в 16 <sup>00</sup> часов.															
$t_{\text{ком}}^0 = 13,5^0\text{C}$															
	сл.1						16 <sup>00</sup>	14,5	53,35	200	71,1	2247	10881	-180	
	сл.2						16 <sup>20</sup>	14,5	51,9	200		2346	11371	-125	
	сл.3						16 <sup>50</sup>	14,5	50,55	200		2356	11425	-274	
Измерение активности в 21 <sup>00</sup> часов.															
$t_{\text{ком}}^0 = 13,5^0\text{C}$															
	сл.1						21 <sup>00</sup>	14,3	53,03	200	71,1	2213	10710	-351	
	сл.2						21 <sup>30</sup>	14,3	51,87	200		2323	11257	-239	
	сл.3						21 <sup>50</sup>	14,3	51,0	200		2358	11431	-268	
16.04.07	После испар. 14	Измерение активности через сутки в 11 часов.													
		$t_{\text{ком}}^0 = 13,2^0\text{C}$													
		$t_{\text{ком}}^0 = 14,5^0\text{C}$													
		сл.1	-	226	-	-	-	11 <sup>00</sup>	13,3	54,76	200	71,1	2211	10699	-362
	сл.2	-	306	-	-	-	11 <sup>20</sup>	13,3	53,57	200		2324	11262	-234	-4
	сл.3	-	282	-	-	-	11 <sup>40</sup>	13	53,4	200		2360	11444	-255	-13

**ОПЫТ 8-6. Изменение показателей активности при остывании сухого супесчаного грунта, после непродолжительного подогрева его на электрокалорифере до температуры 40<sup>0</sup>С. (На примере опыта 14-6, цикл16).**

*Исходные данные опыта 8-6.*

Настоящий опыт проводился на основе опытов 14-6 и 8-4, сразу после окончания опыта 8-4, на примере испарительного цикла 16.

Исследуемые три пробы радиоактивного грунта массой 218, 300, 318 гг, используемые из опыта 8-4 – (Изменение показателей активности нагретого грунта после остывания), с первоначальной удельной активностью соответственно 10708, 11303, 10831 Бк/кг, для настоящего опыта 8-6 подготовлены по условиям выполнения опыта 8-4.

После окончания опыта 8-4, исследуемые 3-и пробы грунта дополнительно остывали в комнатных условиях, в плотно закрытых полиэтиленовых мешках с 22.03.07г до 24.03.07г.

В настоящем опыте 8-6 короткий 40-ка минутный подогрев каждого слоя грунта и определение активности каждого слоя проводились в одной и той же радиологической лаборатории.

Непродолжительный (короткий) подогрев каждой сухой пробы грунта проводился на электрокалорифере, непосредственно перед загрузкой ее в измерительный контейнер.

Подогрев проводился каждой пробой отдельно, слоем 3 см в пластмассовых площадках d=10 см, в течении 40мин.

Остывание грунта проводилось при комнатной температуре в течении 4-5 часов, перед каждым определением активности, в плотно закрытых полиэтиленовых мешках.

*Цель проведения опыта 8-6.*

1. Установить влияние непродолжительного 40-ка минутного подогрева сухой пробы грунта на изменение ее активности, при постепенном остывании в комнатных условиях через 4-5 часов.

*Условия проведения опыта 8-6*

Каждая из 3-х подготовленных проб грунта подогревалась отдельно, последовательно друг за другом, непосредственно перед загрузкой в измерительный контейнер- кюветка «Маринелли».

Последовательность подогрева, остывания и измерения активности каждого слоя грунта выполнялись по установленной схеме, с учетом скорости счета измерительного устройства УИ-38П2 к радиометру РУБ-01П6.

Каждая проба (слой) грунта подогревалась на электрокалорифере в течении 40 мин. Через 40 мин для теплого грунта определялась масса насыпного грунта и проводилось измерение активности теплого грунта – 37<sup>0</sup>С. Из из-

мерительного контейнера проба пересыпалась в полиэтиленовый мешок для прохождения периода остывания в комнатных условиях в течении 4-5 часов.

Через 4 ÷ 5 часового периода остывания проверялась активность каждой пробы и масса насыпного грунта.

Каждая проба (слой) грунта прошла один цикл 40-ка минутного подогрева и 3-и последовательных цикла остывания по 4 ÷ 5 часов.

В течении выполнения опыта 8-6 фиксировалось время начала и конца подогрева, охлаждения и работы радиометра.

Основные условия проведения опыта и результаты радиометрических измерений активности каждого слоя грунта, в зависимости от короткого подогрева и продолжительности остывания, приводятся **в таблице 1.8-6.1.**

*Вывод к опыту 8-6.*

5. Показатели удельной активности сухой пробы, подогретой за короткий период до температуры  $40^0$ , увеличиваются по сравнению с первоначальной 0,5-1%.

2. При последующем остывании в течении 3 ÷ 4 часов, после подогрева, показатели удельной активности уменьшаются по сравнению с первоначальной тоже на 0,3-0,7%.

3 При хранении проб в разных температурных условиях, даже в одной и той же комнате, (с учетом близости батареи, солнечных лучей, продолжительности остывания с момента окончания нагрева и др) показатели удельной активности проб могут и увеличиваться и уменьшаться (см. таблица 1.8-6.1, цикл 4).

4. Создать одинаковые температурные условия в комнате нет возможности, поэтому варьирование показателей активности в пределах 1% можно считать допустимым.

Таблица 1.8-б.1 – Изменение активности сухого грунта при остывании после короткого подогрева до температуры 40<sup>0</sup> на электро-калорифере.

Дата определения активности.	Цикл остывания	Слой грунта		Время нагрева и остывания		Температура грунта		Активность сухого грунта							
		№	масса сухого г	нач. час	конец час	время. час	t <sup>0</sup> гр. С <sup>0</sup>	Время в радиометре		Навеска г	Масса н.гр Бк	Фон Бк	Актив-ность навески Бк	Удель-ная актив-ность. Бк/кг	Изме-нение. + - Бк/кг
								нач. час	конец час						
22.03.07	Начало								t <sup>0</sup> <sub>КОМ</sub> =23 <sup>0</sup> С						
	см. опыт	1	218	-	-	21 <sup>10</sup>	23,2	-	-	200	54,52	71,1	2224	10708	-
	14-6	2	300	-	-	21 <sup>30</sup>	23,2	-	-	200	54,03	-//-	2330	11303	-
	испар. 16	3	318	-	-	21 <sup>40</sup>	23,2	-	-	200	53,9	-//-	2243	10831	-
24.03.07	Цикл 1								t <sup>0</sup> <sub>КОМ</sub> =23,5 <sup>0</sup> С						
	Подогрев	1	218	9 <sup>40</sup>	10 <sup>20</sup>	10 <sup>40</sup>	37,6	10 <sup>45</sup>	11 <sup>25</sup>	200	55,25	71,1	2233	10811	+103
	грунта	2	300	12 <sup>20</sup>	13 <sup>00</sup>	13 <sup>25</sup>	37,2	13 <sup>30</sup>	14 <sup>10</sup>	200	55,69	-//-	2342	11360	+57
	на эл-кал.	3	318	13 <sup>30</sup>	14 <sup>10</sup>	14 <sup>20</sup>	36,7	14 <sup>25</sup>	15 <sup>05</sup>	200	55,45	-//-	2269	10988	+157
24.03.07	Цикл 2								t <sup>0</sup> <sub>КОМ</sub> =23 <sup>0</sup> С						
	Постепен. остывание грунта в пл. мешке	1	218	11 <sup>25</sup>	15 <sup>25</sup>	15 <sup>30</sup>	24,1	15 <sup>40</sup>	16 <sup>30</sup>	200	55,15	71,1	2224	10760	-52
		2	300	14 <sup>10</sup>	17 <sup>05</sup>	17 <sup>05</sup>	23,7	17 <sup>05</sup>	17 <sup>50</sup>	200	54,95	-//-	2325	11274	-29
		3	318	15 <sup>05</sup>	18 <sup>30</sup>	18 <sup>35</sup>	23,3	18 <sup>35</sup>	19 <sup>30</sup>	200	55,1	-//-	2252	10911	+80
24.03.07	Цикл 3								t <sup>0</sup> <sub>КОМ</sub> =23 <sup>0</sup> С						
	Постепен. остывание грунта в пл. мешке	1	218	15 <sup>25</sup>	19 <sup>45</sup>	19 <sup>50</sup>	23,3	19 <sup>50</sup>	20 <sup>40</sup>	200	55,35	71,1	2210	10697	-11
		2	300	17 <sup>05</sup>	21 <sup>30</sup>	21 <sup>35</sup>	23,3	21 <sup>25</sup>	22 <sup>30</sup>	200	55,32	-//-	2308	11187	-116
		3	318	18 <sup>30</sup>	21 <sup>55</sup>	22 <sup>55</sup>	23,2	22 <sup>55</sup>	23 <sup>35</sup>	200	55,25	-//-	2230	10801	-30
26.03.07	Цикл 4								t <sup>0</sup> <sub>КОМ</sub> =22,5 <sup>0</sup> С						
	Остывший грунт через сутки	1	218	-	10 <sup>50</sup>	10 <sup>50</sup>	23,3	10 <sup>55</sup>	11 <sup>40</sup>	200	54,78	71,1	2195	10625	-83
		2	300	-	11 <sup>40</sup>	11 <sup>40</sup>	23,1	11 <sup>45</sup>	12 <sup>30</sup>	200	55,52	-//-	2333	11317	+14
		3	318	-	13 <sup>25</sup>	13 <sup>25</sup>	22,8	13 <sup>30</sup>	14 <sup>30</sup>	200	55,12	-//-	2269	10995	+164

Примечание: Цикл 4 – грунт 1,5 суток остывал в полиэтиленовых мешках на полу на расстоянии – 1 м от теплой батареи, слой 3 грунта лежал ближе всего к батарее и нагрелся, слой 1 – лежал подальше и переохладился.

## **ОПЫТ 8-7. Изменение показателей активности пробы грунта в виде сухого брикета.**

*Исходные данные опыта 8-7.*

Настоящий опыт проводился в комнатных условиях при температуре 17- 18<sup>0</sup>.

Для опыта использован радиоактивный грунт массой 200г с первоначальной удельной активностью 1806 Бк/кг. Грунт супесчаный, отбирался из верхнего 10см почвенного слоя на землях овощного участка ОПХ «Волна революции», п. Глыбочко Новозыбковского р-на, (см. Часть III. 2.4, опыт 10п, точка 40).

Для приготовления брикета из исследуемой пробы грунта и определения активности сухого брикета и сухой измельченной пробы использовался измерительный контейнер-кюветка «Маринелли».

Для замочки исследуемой пробы при приготовлении брикета использовалась дистиллированная вода.

Сушка пробы грунта проводилась на электрокалорифере в течении 1-2 суток при температуре 50-65<sup>0</sup>С.

*Цель проведения опыта 8-7.*

- Установить изменение показателей активности одной и той же пробы грунта в зависимости от ее физического состояния:

1. Слой сухой, измельченный, уплотненный;
2. Сухой брикет.

*Условия проведения опыта 8-7*

Активность пробы сухого грунта массой 200г определялась в одной и той же кюветки «Маринелли» и для сухого измельченного состояния и для брикета.

Всего проведено 6-ть циклов измерения активности исследуемой пробы грунта массой 200г, в зависимости от его физического состояния.

Каждый цикл состоит из 2-х этапов подготовки пробы к радиометрическим измерениям.

**Этап 1. – Приготовление пробы сухого измельченного грунта.**

Исследуемая проба грунта массой 200г высушивалась на электрокалорифере в течении 1 ÷2 суток и подвергалась охлаждению в комнатных условиях в течении 2-х суток.

Проба грунта измельчалась, просеивалась через сито с ячейками 1мм.

Приготовленный грунт засыпался в измерительный контейнер-кюветка «Маринелли» для определения активности.

Поверхность грунта в контейнере выравнивалась легким круговым движением по горизонтали 5-10 раз и далее уплотнялась легким, ритмичным постукиванием дном кюветки о пачку газет слоем 1 см – 110раз.

## **Этап 2. – Приготовление брикета.**

Приготовленная проба грунта в этапе 1, после измерения ее активности заливается дистиллированной водой массой-100г, прямо в кюветке «Маринелли». Вода и грунт перемешивались для ускорения смачивания. Кюветка с мокрым грунтом встряхивается по кругу 5-10 раз для выравнивания поверхности и равномерного уплотнения.

Для образования брикета, проводится сушка подготовленной мокрой пробы на электрокалорифере прямо в кюветке «Маринелли» до полного испарения воды, в течении 1-2 суток. Масса кюветки с грунтом контролируется на электронных весах с точностью до 0,01г.

После полного испарения воды, образовавшийся брикет подвергался охлаждению в комнатных условиях в течении 2-х суток. Охлаждение проходило в кюветке «Маринелли» с закрытой крышкой, и кюветку помещали в плотно-закрытый полиэтиленовый мешок.

Измерение активности охлажденного брикета проводится в кюветке «Маринелли», не извлекая брикет из нее, чтобы не нарушать целостность брикета.

Следующий цикл -2 опыта 8-7 начинается с измельчения образовавшегося брикета в цикле 1 и т.д.

Основные условия проведения опыта и сводные результаты радиометрических измерений по каждому циклу приведены в **таблице 1.8-7.1.**

### *Вывод к опыту 8-7.*

1. Показатели удельной активности грунта остаются одинаковыми в одном цикле, для одной и той же пробы в измельченном состоянии и в брикете, если подготовка пробы к радиометрическим измерениям выполняются по представленной схеме в настоящем опыте.

2. Вывод 1 служит основанием для утверждения, что при использовании четко отработанной схемы подготовки пробы к радиометрическим измерениям, результаты получаются идентичными в пробе массой 200г.

3. Уменьшение показателей удельной активности от цикла к циклу связано с потерей массы пробы в процессе выполнения опыта при пересыпки из контейнера в контейнер, распылении, при испарении радионуклидов при сушке влажной пробы и т.д.

4. Для устранения причин связанных с потерей массы, необходимо в измерительный контейнер загружать навеску одной массы.

Таблица 1.8-7.1 – Изменения активности образца грунта в виде плотного брикета в кюветке «Маринелли».

Дата определения активности.	№ цикла брикетирования	Масса кюв. с сухим грунтом г	Вода для брикета		Сушка брикета		Активность сухой пробы				
			Тип	Масса г	Тип	Продолжительность. сут	Масса н.гр. г	Навеска г	Фон Бк	Отсчет Бк	Удельная активность. Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Цикл 1										
5.12.07	Измельч	410,85	-	-	-	-	56,4	200	65,1	426,1	1806
11.12.07	Брикет	410,25	дист.	96	эл-к	1	-	199,4	65,1	424,6	1806
	Цикл 2										
11.12.07	Измельч	410,0	-	-	-	-	57,6	199,25	65,1	418,3	1774
15.12.07	Брикет	409,3	дист.	96	эл-к	1	-	198,45	65,1	417,0	1772
	Цикл 3										
15.12.07	Измельч	408,9	-	-	-	-	58,3	198,05	65,1	420,1	1792
20.12.07	Брикет	408,5	дист.	96	эл-к	1	-	197,65	65,1	410,0	1745
	Цикл 4										
20.12.07	Измельч	407,8	-	-	-	-	60,5	196,95	65,1	409,6	1749
24.12.07	Брикет	407,55	дист.	96	эл-к	1	-	196,7	65,1	408,3	1745
	Цикл 5										
24.12.07	Измельч	406	-	-	-	-	61,45	195,15	65,1	409,2	1732
29.12.07	Брикет	405,96	дист.	96	эл-к., в ком.	1 1	-	195,1	65,1	404,6	1735
	Цикл 6										
29.12.07	Измельч	405,15	-	-	-	-	61,0	194,15	65,1	392,0	1682
8.01..07	Брикет	404,45	дист.	96	эл-к	1	-	193,6	65,1	404,1	1750
	Цикл 7										
8.01.08	Измельч	402,05	-	-	-	-	62,7	192,05	65,1	390,3	1693

Примечание:

1. Мокрый грунт в кюветке «Маринелли»

- не трясли 10 раз с 5.12.07г по 15.12.07г;

- трясли 10 раз с 20.12.07 по 8.12.07г.

2. В цикле 6 брикет сох 2-е суток, в том числе 1 сут сох при комнатной температуре без подогрева.

**ОПЫТ 8-8. Изменение показателей радиометра РУБ-01П6 для пробы одного и того же грунта при измерении активности в кюветке – «Маринелли» и в кюветке – «Е» для навесок 500, 400, 300, 200, 100, 50г.**

*Исходные данные опыта 8-8.*

Для опыта отобрана проба радиоактивного грунта общей массой – 500г, грунт среднесуглинистый.

Грунт высушен, измельчен, просеян через сито с ячейками 1 мм.

Активность грунта измерялась на радиометре РУБ-01П6 в кюветке-«Маринелли», (масса пустой кюветки – 215,15г) и в кюветке –«Е» (масса пустой кюветки 21,6г). Кюветку «Е» с грунтом размещали в кюветке – «Маринелли» на выступе для блока детектирования.

*Цель проведения опыта 8-8.*

- Определить изменение показателей активности для одинаковых навесок одной и той же пробы радиоактивного грунта, используя при измерении разные контейнеры для загрузки пробы кюветку –«Е» и кюветку – «Маринелли».
- Определить коэффициент пересчета удельной активности пробы грунта, измеренной в кюветке –«Е», в удельную активность, измеренную в кюветке – «Маринелли».

*Условия проведения опыта 8-8*

Определение активности пробы грунта начиналось с навески общей массой 500г в кюветке – «Е».

После определения активности в кюветке – «Е», грунт весь пересыпался в кюветку – «Маринелли» для определения активности этой же пробы массой – 500г.

Следующий этап – определение активности для навески – 400г.

Из кюветки –«Маринелли» отсыпают 400г грунта в кюветку – «Е», а оставшиеся 100г пересыпают в запасную емкость. Определив активность навески грунта 400г в кюветке –«Е», весь грунт пересыпается в кюветку – «Маринелли» для определения активности этой же пробы массой – 400г.

Пересыпка грунта из кюветки в кюветку для определения активности навесок – 300г, 200г, 100г, 50г проводится аналогично, как для навесок 500 и 400г.

Засыпка грунта в кюветку –«Е» и в кюветку –«Маринелли» выполняется по одной схеме:

- подготовленный грунт засыпается в кюветку равномерным слоем;
- поверхность грунта разравнивается легким вращением кюветки по кругу 5-10 раз;
- уплотняется грунт легким, ритмичным постукиванием дна кюветки о стопку бумаг толщиной 1 см по 110 раз;

- для определения активности пробы в кюветке –«Е» последняя, размещается в кюветке –«Маринелли» на выступе для блока детектирования.

Результаты радиометрических измерений и коэффициенты пересчета удельной активности, измеренной в разных кюветках, для проб грунта с навесками массой от 500г до 50г, приведены в **таблице 1.8-8.1.**

*Вывод к опыту 8-8.*

- Коэффициент пересчета удельной активности, измеренной в кюветке – «Маринелли» к активности в кюветке – «Е», меняется и зависит от массы навески. С уменьшением массы навески на 100г и коэффициент пересчета уменьшается на 0,1.

- Удельная активность одного и того же грунта при увеличении его массы в измерительном контейнере уменьшается и наоборот при уменьшении массы – удельная активность увеличивается.

Следовательно, для устранения погрешности при радиометрических измерениях, связанных с массой пробы, чтобы результаты были идентичны для одной и той же пробы, необходимо использовать навеску постоянной массы.

Таблица 1.8-8.1 – Показатели активности радиометра РУБ-01П6 для проб одного и того же грунта при измерении в кюветке «Маринелли» и кюв. «Е» для навесок от 100 до 500 г.

Дата определения активности.	Тип кюветки.	Навеска г	Средняя активность пробы из 5 измерений, Бк				Активность		
			из 5-ти	из 5-ти	из 5-ти	из 15-ти	Фон Бк	Удельн. актив. Бк/кг	Коэф. перехода
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Грунт просеян через сито 1 мм, масса кюв. «Е» = 21,6 гр									
4.04.08	Маринелли	500	850,4	846,8	871,6	856,3	70	1573	
	кюв. «Е»	500	483,8	507,4	495,6	495,6	70	851	x 1,85
4.04.08	Маринелли	400	702,4	719,2	714	711,9	70	1604	
	кюв. «Е»	400	434,2	441,8	451	442	70	930	x 1,72
4.04.08	Маринелли	300	557,6	566,6	564,2	562,8	70	1642	
	кюв. «Е»	300	377,8	382	379,2	379,7	70	1032	x 1,59
4.04.08	Маринелли	200	392	404,8	395,8	397,5	70	1638	
	кюв. «Е»	200	303	300,2	304,6	302,6	70	1163	x 1,41
4.04.08	Маринелли	100	236,8	226,8	230,4	231,1	70	1611	
	кюв. «Е»	100	195,4	194,8	197,6	195,9	70	1259	x 1,28
4.04.08	Маринелли	50	145,6				70	1512	
	кюв. «Е»	50	137,6	-	-	137,6	70	1352	x 1,12
Грунт просеян через сито 0,67 мм, масса «Е» = 21,5г									
9.04.08	Маринелли	500					70		
	кюв. «Е»	500					70		
9.04.08	Маринелли	400	712,8	723,8	723	719,9	70	1624	
	кюв. «Е»	400	432,6	441,6	433,6	435,9	70	915	x 1,78
9.04.08	Маринелли	300	558,8	556,4	555,4	556,9	70	1623	
	кюв. «Е»	300	375,6	385,2	375	378,6	70	1029	x 1,58
9.04.08	Маринелли	200	394,4	396,6	395	395,3	70	1627	
	кюв. «Е»	200	302	304	297,4	301,1	70	1156	x 1,41
9.04.08	Маринелли	100	234,6	228,4	232,4	230,8	70	1608	
	кюв. «Е»	100	196	192,6	195,2	194,6	70	1246	x 1,29

## **ОПЫТ 9. Изменение показателей активности пробы радиоактивного грунта под слоем дождевой воды в измерительном контейнере - кюв. «Маринелли».**

### *Исходные данные опыта 9.*

Для опыта отобрана проба радиоактивного грунта общей массой 200г. – грунт супесчаный, пылеватый, темно-серый, с растительными остатками.

Используемая проба грунта высушена, измельчена, просеяна через сито с ячейками 1мм, первоначальная удельная активность – 7197 Бк/кг.

Для затопления грунта использовалась дождевая вода. Общая масса воды – 900г (0,9литра).

В опыте 9 для засыпки, затопления грунта и определения его активности использовался один и тот же измерительный контейнер – кюветка «Маринелли».

### *Цель проведения опыта 9.*

1. Установить изменение показателей удельной активности одной и той же пробы грунта, затопленного разным слоем воды в измерительном контейнере.

### *Условия проведения опыта 9*

Подготовленная исследуемая проба радиоактивного сухого грунта, массой 200г, засыпается в кюв. «Маринелли» равномерным слоем, поверхность грунта разравнивается торцом линейки и уплотняется методом легкого, ритмичного постукивания дном кюветки о пачку газет – 110 раз.

На поверхность сухого грунта укладывается пластмассовая сетка, для предотвращения взмучивания и нарушения выровненной поверхности при затоплении дождевой водой.

Фиксируется слой засыпанного грунта в измерительном контейнере и измеряется первоначальная активность сухой пробы.

После измерения активности сухой пробы, проводится затопление грунта дождевой водой прямо в измерительном контейнере. Вода на поверхность грунта заливается постепенно, порциями по 100г, в нарастающем порядке.

Активность затопленного грунта проверялась 10-ть раз, после каждой добавленной порции воды.

Перед измерением активности затопленного грунта фиксировалась глубина воды над поверхностью грунта и над поверхностью блока детектирования. Порция добавленной воды определялась взвешиванием на электронных весах с точностью до 0,01г.

Условия проведения опыта и результаты радиометрических измерений активности грунта под слоем воды в измерительном контейнере кюв. – «Маринелли» приведены в **таблице 1.9.1.**

*Вывод к опыту 9.*

1. Удельная активность затопленного грунта уменьшается с увеличением слоя воды в измерительном контейнере над поверхностью грунта пропорционально общей массе пробы (грунт+вода).

2. Удельная активность сухой пробы грунта под слоем воды 7,0 см уменьшилась в 5,85 раза.

3. Отметим, что **активность** (отсчет) всей замоченной пробы после смачивания 1:1 остается постоянной.

Таблица 1.9.1.- Изменение активности пробы супесчаного грунта под слоем дождевой воды в измерительном контейнере – сосуд «Маринелли».

№ п/п	Дата определения активности	Навеска					Активность (грунт + вода)				
		Масса, г		Слой			Навеска	Фон	Активность навески	Удельная активность	Изменение + -
		Грунт	Вода	Общий	h <sub>в</sub>	Вода на блоке детектирования. h <sub>в,д</sub>					
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	11.10.06	200	-	1,9	-	-	200	68,0	1507	7197	-
2	11.10.06	200	+100	2,6	0,7	-	300	68,0	1507	4797	-2400
3	11.10.06	200	+200	3,4	1,5	-	400	68,0	1438	3425	-3772
4	11.10.06	200	+300	4,3	2,4	-	500	68,0	1432	2728	-4469
5	11.10.06	200	+400	5,7	3,8	-	600	68,0	1434	2277	-4920
6	11.10.06	200	+450	6,0	4,1	-	650	68,0	1426	2089	-5108
7	11.10.06	200	+500	6,3	4,5	0,3	700	68,0	1425	1939	-5258
8	11.10.06	200	+600	6,9	5,0	0,9	800	68,0	1432	1705	-5497
9	11.10.06	200	+700	7,3	5,4	1,7	900	68,0	1432	1515	-5682
10	11.10.06	200	+800	8,1	6,2	2,5	1000	68,0	1422	1354	-5848
11	11.10.06	200	+900	8,9	7,0	3,0	1100	68,0	1422	1231	-5966

Примечание:

1. h<sub>в</sub> - общий слой воды в сосуде «Маринелли» над грунтом.
2. h<sub>в,д</sub> - слой воды в сосуде «Маринелли» возвышающийся над блоком детектирования.

**ОПЫТ 9-1. *Изменение показателей активности пробы радиоактивной воды, при изменении ее массы в измерительном контейнере кюв. «Маринелли» в убывающем порядке от 1000г до 50г.***

*Исходные данные опыта 9-1.*

Радиоактивная вода для опыта приготавливалась в лабораторных условиях методом неоднократного перемешивания радиоактивного грунта с дистиллированной водой в 2-х литровом пластмассовом сосуде.

Одно перемешивание продолжительностью 3 мин проводилось ежедневно в одно и то же время. Радиоактивная вода для настоящего опыта приготавливалась в течении 7-ми суток.

Подробное описание метода приготовления радиоактивной воды в сосуде -1 Пр см, Часть III.3.2, опыт 10.

Радиоактивная вода из сосуда – 1 Пр сливалась через сутки отстоя после последнего 3-х минутного перемешивания. Слив проводился через нижнее отверстие в стенке сосуда, расположенное в 1 см над поверхностью слоя осевшего на дно радиоактивного грунта.

Слитая вода еще относительно мутная, со взвесями, отстаивалась в течении 2-х часов для оседания мути. Отстоявшаяся вода – прозрачная, темно-коричневого цвета.

Активность приготовленной радиоактивной воды, в зависимости от ее массы, определялась непосредственно в измерительном контейнере – кюв. «Маринелли».

*Цель проведения опыта 9-1.*

- Изучить изменение показателей активности радиоактивной воды в зависимости от массы жидкой пробы и глубины заполнения измерительного контейнера.

*Условия проведения опыта 9-1*

Исследуемая проба подготовленной радиоактивной воды массой – 1000г, заливается в кюветку –«Маринелли» вся сразу.

Фиксируется общая максимальная глубина наполнения (8,7см), глубина воды над выступом блока детектирования и измеряется активность при максимальном наполнении измерительного контейнера.

После измерения активности при максимальном наполнении, вода отливается из измерительного контейнера порциями по 50, 100, 200гг, в соответствии с условиями опыта, в убывающем порядке и измеряется активность остатка воды при уменьшенной глубине. Минимальная масса воды – 50г при наполнении – 0,65 см.

Перед измерением активности каждой пробы фиксируется общая глубина воды и глубина воды над выступом блока детектирования.

Общая масса исследуемой пробы и отливаемая порция воды определялись взвешиванием на электронных весах с точностью до 0,01г.

Заполнение измерительного контейнера способом убывающего итога применялось, чтобы избежать непредвиденных погрешностей при измерении за счет потери радионуклидов оседающих на дно и стенки сосуда. Порция воды из измерительного контейнера отливалась черпаком емкостью 10г, перед тем, как отлить очередную порцию воды, вода в контейнере тщательно перемешивалась для равномерного распределения радионуклидов по всей пробе.

Опыт 9-1 состоит из 11 циклов радиометрических измерений.

Продолжительность одного цикла -1,5 часа (каждая проба измерялась по 15 раз). Общая продолжительность выполнения опыта составляет более 20 часов и поэтому опыт выполнялся в течении 2-х суток с перерывом.

Результаты радиометрических измерений активности воды, в зависимости от массы и глубины наполнения в измерительном контейнере, приведены в таблице 1.9-1.1.

*Вывод к опыту 9-1.*

1. Показатели удельной активности исследуемой пробы радиоактивной воды увеличиваются с уменьшением массы и ее слоя в измерительном контейнере и не в прямой зависимости от каждого из них, а от отношения доли изменения массы к доли изменения глубины.

Например:

-масса воды от цикла 1 к циклу 11 изменилась в 20 раз ( $\frac{1000г}{50г}$ );

- глубина воды от цикла 1 к циклу 11 изменилась в 13,38 раза ( $\frac{8,7см}{0,65см}$ );

- удельная активность от цикла 1 к циклу 11 изменилось в 1,56 раза ( $\frac{134}{85,8}$ ).

- отношение долей изменения массы и глубины от 1 цикла к 11 циклу.

$$\frac{1000}{50} : \frac{8,7}{0,65} = 20 : 13,38 = 1,5 \text{ раза}$$

2. При уменьшении массы воды в 20 раз, показатели удельной активности увеличиваются только в 1,5 раза.

3. При уменьшении слоя воды в измерительном контейнере в 13,4 раза, показатели удельной активности увеличивается тоже только в 1,5 раза.

4. Для получения сравнимых показателей при измерении активности одной и той же пробы воды несколько раз, следует пользоваться навеской одной массы, например 200г или 300г, работа с навеской небольшой массы гораздо удобнее и менее трудоемка.

Таблица 1.9-1.1. Изменение показателей радиоактивности воды в зависимости от массы слоя ее в измерительном контейнере – сосуд «Маринелли».

Дата определения активности	№ цикла измер	Проба радиоактивной воды.			Активность					Изменение в долях	
		Масса. мл	Общий слой h, см	В т.ч. на детекторе h, см	Навес -ка. г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение + - Бк/кг	Масса пробы уменьшается	Удельная активность растет
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Радиоактивная вода приготовленная в лабораторных условиях, настой 7 суток.											
Мутность – при переливе из сосуда в сосуд, видимых осадков на дне не остается.											
23.01.07	Цикл 1	1000	8,7	+2,9	1000	68,5	154,3	85,8	48,2	1	1
	(начало)										
	Цикл 2	900	8,2	+2,4	900	-/-	148,4	88,3	45,7	1,11	1,03
	Цикл 3	700	6,8	+1,0	700	-/-	133,9	93,4	40,6	1,43	1,09
	Цикл 4	600	6,1	+0,3	600	-/-	125,9	95,7	38,3	1,67	1,12
	Цикл 5	500	5,5	-0,3	500	-/-	119,8	102,6	31,4	2	1,20
	Цикл 6	400	4,5	-1,3	400	-/-	112,9	111,1	22,9	2,5	1,29
24.01.07	Цикл 7	300	3,4	-2,4	300	-/-	103,5	116,6	17,4	3,33	1,36
	Цикл 8	200	2,3	-3,5	200	-/-	92,87	121,9	12,1	5	1,42
	Цикл 9	150	1,85	-3,95	150	-/-	87,2	124,7	9,3	6,67	1,45
	Цикл 10	100	1,3	-4,5	100	-/-	81,0	125,0	9	10	1,46
	Цикл 11	50	0,65	-5,15	50	-/-	75,2	134,0	-	20	1,56
В конце опыта в кюветке «Маринелли» осталось 50г воды.											
Вода хранилась в закрытой кюветке с 24.01.07г с 23 <sup>50</sup> часов до 25.01.07г до 11 <sup>20</sup> часов.											
25.01.07	Воду не помещивали в кюветке, поставили на блок детектирования для определения активности повторно.										
25.01.07	Цикл 12	50	0,65	-5,15	50	69,0	75,67	133,4	-	-	-

## ГЛАВА III.2 ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ

Изучение фактического перераспределения радионуклидов цезия-137 в результате водной миграции, проводилось на объектах водохозяйственного назначения, построенных до Чернобыльской аварии на АЭС.

Пробы почвы, грунта, илистых отложений, воды, растений отбирались на существующих осушительных и оросительных системах, на построенных прудах, каналах и очистных сооружениях г. Новозыбков.

Это позволило использовать имеющиеся материалы предпроектных изысканий по топосъемке, почвенные карты, геологические сведения.

Перечень основных водохозяйственных объектов, обследованных для изучения водной миграции цезия-137 приводятся в **таблице 2.1**.

Таблица 2.1. – Объекты полевых исследований с указанием зоны заражения цезием - 137, в которой они расположены.

Объекты.	Площадь. га	Годы эксплуатации				Дата обследований
		Ввод.	До 1986г	После 1986г		
1	2			3	4	5
<b>Зона отчуждения более 40 Ки/км<sup>2</sup></b>						
1. Орошаемый овощной участок ОПХ «Волна революции» п. «Глыбочко» Новозыбковского р-на.	50	1970	Полив	до 1991г	Полив	30.08.07г
<b>Зона отселения, 15-40 Ки/км<sup>2</sup></b>						
2. Осушительная система к-за «Комсомолец» Новозыбковского р-на	280	1984-1986	Действует	2006г	Действует	25.08.06г
3. . Орошаемый овощной участок СХПК «Решительный» п. Новые Бобовичи, Новозыбковского р-на.	50	1980г	полив	До 1985г	Полив	26.03.08г
4. Дачно-садоводческое товарищество ГТП в пригороде г. Новозыбков, п.Людково.	23,8	1964 г	полив	До 2008г	Полив	24.05.08г
<b>Зона проживания с правом на отселение 5-15 Ки/км<sup>2</sup></b>						
5. Осушительно-оросительная система к-за «Ромашино», п. Карпиловка, Злынковского р-на.	169	1982-1983г	полив	До 1990	Полив Полив	25.09.05г
6. Пруд в к-зе «Ромашино», п. Карпиловка, Злынковского р-на.		1982	Для орошения	До 1991г	Для орошения	29.11.05г
				До 2006г	Рыбазведение	25.03.06г

### **III.2.1 Фактическое распределение радионуклидов цезия-137 в почвах, грунтах и илистых отложениях водоемов.**

**Опыты: 1п; 2п; 3п; 5п; 6п**

**ОПЫТ 1п.** Радиоактивность почвы в верхнем 10 см слое на осушительно-оросительной системе в п.Карпиловка, к-з «им. Ромашина», Злынковского р-на, Брянской обл., построенной 1982-1983гг. (Обследование территории от 25.09.05).

*Исходные данные опыта 1п.*

Отбор проб почвы проводился на существующей осушительно-оросительной системе по 5-ти створам, предварительно намеченным в лабораторных условиях на топоплане М 1:5000, с запроектированной сетью каналов и дрен. Намеченные створы приурочены к местным водосборам и микро-понижениям с учетом экспозиции склона и построенной дренажной сети. Гидрографическая характеристика водосборов по створам отбора проб приводится **в таблице 2.1п.1.**

В каждом намеченном створе на местности через 25м замерялся радиационный фон, с помощью дозиметра СРП-68-01, на высоте 1м от поверхности земли. Радиационный фон замерялся в 48 точках, в том числе через каждые 50м (в 23 точках) отбирались пробы почвы из верхнего 10 см слоя, для определения их активности в лабораторных условиях с помощью радиометра РУБ -01Пб.

Отбор проводился в засушливую погоду, с 7.08.05г до 15.11.05г отсутствовали дожди на территории Брянской области .

Почвы дерново-подзолистые, супесчаные, пылеватые.

Существующий пруд, на кануне обследования силами хозяйства был опорожнен для отлова рыбы. Илистые отложения были еще очень топкими, поэтому отбор проб ила производился позже (см. опыт 3п. обследование 22.11.05г).

Пробы почвы отбирались буром пробо-отборником из верхнего 10 см слоя почвы.

*Цель проведения опыта 1п.*

- Изучить распределение радионуклидов цезия-137 по площади существующей осушительно-оросительной системы в верхнем 10 см слое, в зависимости от рельефа местности и сложившейся гидрографической сети.

*Условия проведения опыта 1п.*

Пробы почвы естественной влажности отбирались массой 300-350г.

Подготовка проб для радиометрических измерений на радиометре РУБ-01Пб проводилась в следующей последовательности:

1. Пробы сушились на воздухе в комнатных условиях, в течении 7 суток, каждая проба для высушивания рассыпалась на полиэтиленовой пленке слоем 1÷1,5 см.
2. Высушенные пробы измельчались и просеивались через сито с ячейками 1мм.

3. Активность каждой пробы определялась с использованием измерительного контейнера кюветка –«Е».

Сводная ведомость активности проб в каждой точке отбора, в разрезе намеченных створов, и характеристика активности почвы, в зависимости от условий рельефа местности, приведена **в таблице 2.1п.2.**

*Вывод к опыту 1п.*

- Перераспределение радиоактивности в верхнем слое почвы происходит в результате водной миграции цезия-137. Поверхностные воды при своем движении переносят частицы почвы по склону. Смытые мельчайшие активные частицы почвы скапливаются в понижениях, где активность верхнего слоя почвы наибольшая.

Таблица 2.1п.1 – Характеристика водосборов к створам отбора проб на осушительно-оросительной системе п.Карпиловка, Злынковского района.

№ створа	Экспозиция склона.	Водосбор		Створ отбора проб			Дренаж. сеть на створе отбора проб		Средняя удельная активность почвы. Бк/кг
		Форма	Площадь га	Форма профиля	Длина створа м	Уклон ‰	Поперек кол-во дренаж по длине. м	Вдоль: канал по длине. м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	Северо-запад.	прямая	1,3	выпуклый	220	1,59	$\frac{3}{75}$	-	1292
II	Запад.	прямая	2,3	пологий	100 85	0,85 0,59	$\frac{8}{200}$	-	108,5
III	Южная.	прямая	1,4	пологий	185	1,08	$\frac{3}{150}$	-	1251
IV	Запад.	Собира- тельная	48,0	пологий	625	0,64	$\frac{18}{400}$	$\frac{-}{200}$	1328
V	Восточная	Рассеи- вающая	21,0	выпук- лый	275 200	1,16 0,75	$\frac{11}{250}$	-	1356

Таблица 2.1п.2 – Радиоактивность образцов почвы в точках отбора проб на оросительно-осушительной систем п.Карпиловка, Злынковского р-на.

Дата определения активности.	Отбор пробы		Экспозиция склона	Радиационный фон. МкР/ч	Активность пробы				
	№ створа.	№ точки.			Масса навески г	Фон Бк	Удельная активность Бк/кг		
							В кюв. «Е»	В «Маринелли» гр8хКп	Отметка поверхности земли м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.01.06	I	1	Северо-запад	42	200	70,3	1224	1726	162,3
		2	-//-	32	-				162,7
		3	-//-	44	226	70,3	842	1263	163,3
		4	-//-	36	-				164,0
		5	-//-	38	236	70,3	721	1082	164,5
		6	-//-	44	-				165,0
		7	-//-	42	245	70,3	647	971	165,0
		8	-//-	38	-				165,8
		9	-//-	40	234	70,3	947	1420	166,0
		10	-//-	42	-				166,2
12.01.06	II	Дно.	Запад.	28	-				155,5
		1	-//-	30	312	70,3	597	955	161,3
		2	-//-	40	-				161,2
		3	-//-	42	287	70,3	786	1218	161,2
		4	-//-	40	-				161,5
		5	-//-	40	243	70,3	711	1067	162,0
		6	-//-	40	-				162,3
		7	-//-	36	282	70,3	710	1100	162,6
13.01.06	III	Дно.	Южная.	40	-				159,0
		1	-//-	40	250	70,3	888	1199	160,5
		2	-//-	44	-				
		3	-//-	45	255	70,3	840	1260	162,0
		4	-//-	40	-				162,3
		5	-//-	40	225	70,3	864	1296	162,5
		6	-//-	40	-		-		162,7
14.01.06	IV	1	Западная.	50	222	70,3	876	1314	162,8
		2	-//-	46	-				162,6
		3	-//-	42	322	70,3	903	1472	162,8
		4	-//-	46	-				162,8
		5	-//-	42	22	70,3	816	1224	163,2
		6	-//-	40	-				163,4
		7	-//-	40	253	70,3	868	1302	163,6
16.01.06	V	Дно.	Восточная.	54	-				159,8
		1		50	245	73,0	1091	1637	
		2		54	-				159,7
		3		54	265	73,0	816	1224	
		4		52	-				159,5
		5		55	255	73,0	916	1374	159,7
		6		50	-				
		7		52	250	73,0	748	1122	159,5
		8		62	-				159,7
		9		64	210	73,0	1035	1559	159,9

		10		58	-				160,2
		11		54	155	73,0	916	1237	160,5
		12		50	-				161,0
		13		54	330	73,0	825	1337	161,5
		14		56	-				162,5

Примечание: 1. В графе 9 дан пересчет удельной активности на измеренную в кюветке «Маринелли» см. опыт 8-8.

**Опыт 2п. Радиоактивность почвы в верхнем 10 см слое почвы на осушительной системе к-з. «Комсомолец», п. Колодезский, Новозыбковского р-на, Брянской обл., посроенной в 1985-1986гг. (Обследование территории от 24.09.05г).**

*Исходные данные опыта 2п.*

Отбор проб почвы проводился на существующей осушительной системе по 9-ти створам, предварительно намеченным в лабораторных условиях на топоплане М 1:5000, с запроектированной сетью открытых каналов и дрен. Намеченные створы приурочены к местным водосборам и микро-понижениям с учетом экспозиции склона и построенной дренажной сети. Гидрографическая характеристика водосборов по створам отбора проб приведена в **таблице 2.2п.1.**

В каждом намеченном створе на местности через 25м замерялся радиационный фон, с помощью дозиметра СРП-68-01, на высоте 1м от поверхности земли. Радиационный фон замерялся в 89 точках и в том числе через 50м отбирались пробы почвы из верхнего 10 см слоя, для определения активности в лабораторных условиях с помощью радиометра РУБ -01Пб.

Пробы почвы отобраны в 34 точках. Отбирались пробы в засушливую погоду, с 7.08.05г до 15.11.05г отсутствовали дожди на территории Брянской области.

Почвы дерново-подзолистые, супесчаные, пески.

Пробы почвы отбирались буром пробо-отборником из верхнего 10 см слоя почвы.

Следует отметить, что открытая осушительная сеть построена в 1984-1985гг, закрытая дренажная сеть строилась в 1986-1987г (после Чернобыльской аварии на АЭС).

Каналы, с момента строительства, до 2006г не чистились от камыша и мелколесья.

До строительства осушительной системы, на месте строительства было болото, поросшее мелколесьем, и вся площадь ежегодно затапливалась полыми водами со склонов.

*Цель проведения опыта 2п.*

- Изучить распределение радионуклидов цезия-137 по площади существующей осушительной системы в верхнем слое, в зависимости от рельефа местности и сложившейся гидрографической сети.

*Условия проведения опыта 2п.*

Пробы почвы естественной влажности отбирались массой 300-350г.

Подготовка проб для радиометрических измерений на радиометре РУБ-01Пб проводилась в следующей последовательности:

1. Пробы сушились на воздухе в комнатных условиях, в течении 7 суток. Каждая проба для сушки рассыпалась на полиэтиленовой пленке слоем 1÷1,5 см.

2. Высушенные пробы измельчались и просеивались через сито с ячейками 1мм.

3. Активность каждой пробы определялась с использованием измерительного контейнера кюветка –«Е».

Сводная ведомость активности проб в каждой точке отбора, в разрезе створов и характеристика активности почвы, в зависимости от условий рельефа местности для створов 3, 4, 6, приведена **в таблице 2.2п.2.**

*Вывод к опыту 2п.*

- Перераспределение радиоактивности в верхнем слое почвы происходит в результате водной миграции. Поверхностные воды при своем движении переносят частицы почвы по склону. Смытые частицы почвы скапливаются в понижениях, где активность верхнего слоя почвы наибольшая.

Таблица 2.1п.1 – Характеристика водосборов к створам отбора проб на осушительно-оросительной системе п.Карпиловка, Злынковского района.

№ створа.	Экспозиция склона.	Водосбор		Створ отбора проб			Дренаж. сеть на створе отбора проб		Средняя удельная активность почвы. Бк/кг
		Форма	Площадь га	Форма профиля	Длина створа м	Уклон ‰	Поперек кол-во дренаж по длине. м	Вдоль: канал по длине. м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	Северо-запад.	прямая	1,3	выпуклый	220	1,59	$\frac{3}{75}$	-	1292
II	Запад.	прямая	2,3	пологий	100 85	0,85 0,59	$\frac{8}{200}$	-	108,5
III	Южная.	прямая	1,4	пологий	185	1,08	$\frac{3}{150}$	-	1251
IV	Запад.	Собира- тельная	48,0	пологий	625	0,64	$\frac{18}{400}$	$\frac{-}{200}$	1328
V	Восточная	Рассеи- вающая	21,0	выпук- лый	275 200	1,16 0,75	$\frac{11}{250}$	-	1356

Таблица 2.2п.2.- Радиоактивность образцов почвы в точках отбора проб на осушительной системе к-з Комсомолец, Новозыбковского района. (Расстояние между точками в створе отбора, в основном через 25м).

Дата определения активности.	Отбор проб		Отметка поверхности земли м	Радиационный фон. МкР/ч	Активность пробы				
	№ створа и расстояния между точками.	№ точки			Масса навески. г	Фон. Бк	Активность навески Бк	Удельная активность, Бк/кг	
								В кюв. «Е»	В «Маринелли» Гр.9х1,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17.01.06	I		Экспозиция склона-северная						
	Пруд +3м	1		60	375	73	431,7	956	1625
	+12	2	-	150	-				
	Измен. уклон +12	3		80	385	73	358	741	1252
	+12	4		70	-				
	+12	5		70	340	73	424	1034	1706
	+23	6		130	-				
	+10	7		140	-				
17.01.06	II		Экспозиция склона юго-западная						
	К-л 1.7.5.-ГД								
	+3м	1	-	130	235	73	642	2421	3510
	+25	2	-	110	-	-			
	Насыпь земли.	3	-	105	335	73	567	1474	2403
	Низина.	4	-	120	-	-			
		5	-	110	370	73	891	2212	3760
		6	-	135	-	-			
		7		125	-	-			
		8		140	-	-			
	III		Экспозиция склона юго-западная						
18.01.06	К-л 1.7.5-ГД								
	+3	1	109,0	130	237	70,3	527	1923	2827
	+25	2	110,0	100	-				
		3	110,0	135	252	70,3	679	2423	3635
	Дорога в насыпи.	4	110,0	110	-				
	Понижение.	5	110,3	130	295	70,3	814	2522	4010
		6	111,0	125	168	70,3	439	2202	2995
		7	111,3	125	304	70,3	800	2400	3816
		8	111,3	130	-				
		9	111,5	125	350	70,3	855	2243	3701
		10		140	-				
		11		100	-				
		12		105	375	70,3	574	1343	2189
		13		110	-				
		14		100	268	70,3	597	1967	2951
		15		135	-				
		16		140	370	70,3	916	2286	3726
	IV		Экспозиция склона юго-западная						
19.01.06	К-л 1.7.5-ГД								
	Дно	1	108,0	45	146	70,3	386	2170	2930
	Бугор земли.	2	109,2	100	-				
		3	109,0	130	332	70,3	708	1921	3112
	Замкнутое понижение.	4	108,8	150	-				
		5	108,9	120	342	70,3	344	800	1296
		6	108,9	80	-				
		7	109,4	100	224	70,3	465	1764	2523
		8	110,1	95	-				
		9	111,0	110	252	70,3	567	1965	2948
		10	111,7	110	-				
		11	112,4	100	-				
	К-л 1.7.5.1.3.-Д								

продолжение таблицы 2.2 п.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ГК5+12	12		95	-				
19.01.06	VI	Экспозиция склона юго-западная							
	К-л 1.7.5-ГД								
	Дно	1	108,0	54					
	Повышение.	2	109,7	95					
		3	109,6	70					
		4	109,5	100					
		5	109,5	100					
		6	109,5	125					
	К-л 1.7.5.1.1-Д ГК1+30, дно	7	108,0	76					
	Бугорок +3	8	109,6	150	131	70,3	464	2998	3957
		9	109,5	155					
		10	109,6	125	227	70,3	689,7	2724	3895
		11	110,0	100					
		12	110,5	110	210	70,3	432	1721	2444
	К-л 1.7.5.1.2-Д ГК1+30, за каналом.	13	109,5	110					
		14	111,5	110	200	70,3	384	1565	2207
		15	112,0	130					
20.01.06	VII	Экспозиция склона юго-западная							
	К-л 1.7.6-ГД								
	Дно	1		60					
	Повышение	2	-	120	205	70,3	911	4088	5764
		3	-	140					
	торф	4	-	74	140	70,3	158	607	813
	торф	5	-	135					
		6	-	130	210	70,3	518	2120	3010
		7	-	130					
		8	-	105					
		9	-	120					
		10	-	110					
		11	-	100					
	К-л 1.7.5.1.2-Д, дно	12		90					
	Воронка	13	-	+80					
		14	-	135					
		15	-	130					
		16	-	125					
20.01.06	VIII	Экспозиция склона северо-восточная							
	К-л 12.6 - ГД								
	Дно	1	-	50	205	73	198	610	860
	Замкнутое понижение.	2	-	140	-	-		-	
		3	-	135	-	-		-	
		4	-	120	-	-		-	
		5	-	110	305	73	780	2319	3687
		6	-	120	-				
20.01.06	IX	Экспозиция склона - восточная							
	Дорога Д-1;+30	1		130	195	73	694	3183	4456
		2		120	-	-			
		3		125	210	73	499	2032	2885
		4		125	-	-			
		5		120	210	73	527	2165	3074
		6		115	-	-			
		7		115	243	73	478	1689	2533
		8		90	-	-			
	К-л 1.7.4.- ГД торец	9		80	175	73	336	1503	2059

## **Опыт 3п Радиоактивность илистых отложений в верхнем 10 см слое в ложе пруда п.Карпиловка, Злынковского р-на, Брянской обл., построенного в 1982г. (Обследование ложа пруда 22.11.05г).**

### *Исходные данные опыта 3п.*

Радиоактивность верхнего 10см слоя илистых отложений определялась на основе проб ила, отобранных точечным методом, с помощью бура пробоотборника для грунтов, по сухому ложу существующего пруда у п. Карпиловка.

Отбор проб проводился по намеченным поперечным створам ложа пруда в точках, расположенных в основном через 20м друг от друга. Створы отбора проб, предварительно в лабораторных условиях, намечены на топоплане ложа пруда М 1:25, **см. рис. 2.3п.1.**

Расстояния между поперечниками по тальвегу ложа и расстояния между точками отбора приведены в **таблице 2.3п.1.**

Всего намечено 5-ть створов отбора, в т.ч. I, II, III, IV – поперечные створы, V – продольный створ, который прошел по тальвегу ложа, начиная от створа IV. Расстояние между точками отбора в створе V равно 40м, пробы ила по ложу пруда отобраны в 27 точках.

Исследуемый пруд, построенный в основном для орошения, использовался по назначению до 1991г. С 1992г пруд используется для хозяйственных нужд и рыбозаведения. Для отлова рыбы, вода из пруда ежегодно спускается осенью через донный водовыпуск.

Пруд на момент обследования был без воды, ил был плотный, при ходьбе не проваливался, хотя на кануне 21.11.05г выпал снег и быстро растаял. Поверхность ила была влажной, разжиженной.

### *Цель проведения опыта 3п.*

- Изучить распределение радиоактивности илистых отложений по ложу пруда в верхнем 10 см слое.
- Отметить места наибольшей концентрации цезия-137 в верхнем 10 см слое илистых отложений по ложу пруда.
- Подвергнуть сравнению активность в верхнем 10 см слое илистых отложений в ложе пруда и слоя почвы прилегающего водосбора.

### *Условия проведения опыта 3п.*

Пробы илистых отложений естественной влажности отбирались массой 300-350г.

Подготовка проб, для радиометрических измерений на радиометре РУБ-01Пб, проводилась в следующей последовательности:

1. Пробы сушились на воздухе в комнатных условиях, в течении 10 суток около отопительной батареи. Для сушки пробы разжиженного ила размещались в пластмассовые кюветки d=10см, высотой 5÷6см.
2. Высушенные пробы ила измельчены и просены через сито 1мм.
3. Активность каждой сухой пробы определялась с использованием измерительного контейнера кюветка –«Е», с навеской ила строго одинаковой массы для всех проб – 100г.

4. Активность каждой влажной пробы ила (специально замоченного дистиллированной водой 1:1) определялась в измерительном контейнере кюветка –«Е», с навеской 200г. (100г ила +100г воды).

Характеристика активности ила в каждой точке отбора в разрезе створов, для сухой пробы ила и для ила увлажненного дистиллированной водой 1:1, приведена в **таблице 2.3п.1.**

Характеристика распределения удельной активности, в виде изогипс, в верхнем 10 см слое илистых отложений по ложу пруда, представлена на схеме М 1:25, **см. рис. 2.3п.1.**

*Вывод к опыту 3п.*

1. Перераспределение радиоактивности по поверхности ложа пруда имеет ту же основу, что на поверхности прилегающего водосбора под влиянием движения поверхностных вод.

2. В тальвеговой части ложа пруда радиоактивность больше, чем на склонах ложа.

Илистые отложения со склонов ложа при волновом взмучивании перераспределяются вторично, т.е. мельчайшие почвенные частицы уносятся с мутной водой и оседают при штиле в тальвеговой части ложа, а тяжелые частицы (песчинки) при взмучивании оседают быстрее под тяжестью собственного веса, и грубо говоря, не сдвигаясь с места взмучивания.

3. На мелких почвенных частицах адсорбируется больше радионуклидов цезия-137, в силу их наибольшей адсорбирующей поверхности, чем на крупных (и особенно на песчинках) поэтому в тальвеге ложа пруда радиоактивность ила в 5-10 раз превышает его на склонах и в 2-3 раза больше, чем на поверхности прилегающей водосборной площади (см. опыт 1п).

4. Эта закономерность подтверждается лабораторными опытами по взмучиванию и оседанию радионуклидов в мутной воде (см. Часть III.3.8, опыты 20-III, 20-IV).

5. При сбросе воды через донный водовыпуск уровень воды в пруде понижается, взмучивается ил по склонам ложа и вода переносит его со склонов к тальвегу, где и способствует наибольшему скоплению цезия-137 в верхнем 10 см слое илистых отложений.

6. Перед плотиной вокруг донного водовыпуска образуется воронка с пониженным содержанием цезия-137, за счет выноса илистых отложений, в процессе работы донного водовыпуска.

Схема М1:25 Радиоактивность илистых отложений в верхнем 10 см слое в ложе пруда пос. Карпиловка, Злынковского р-на

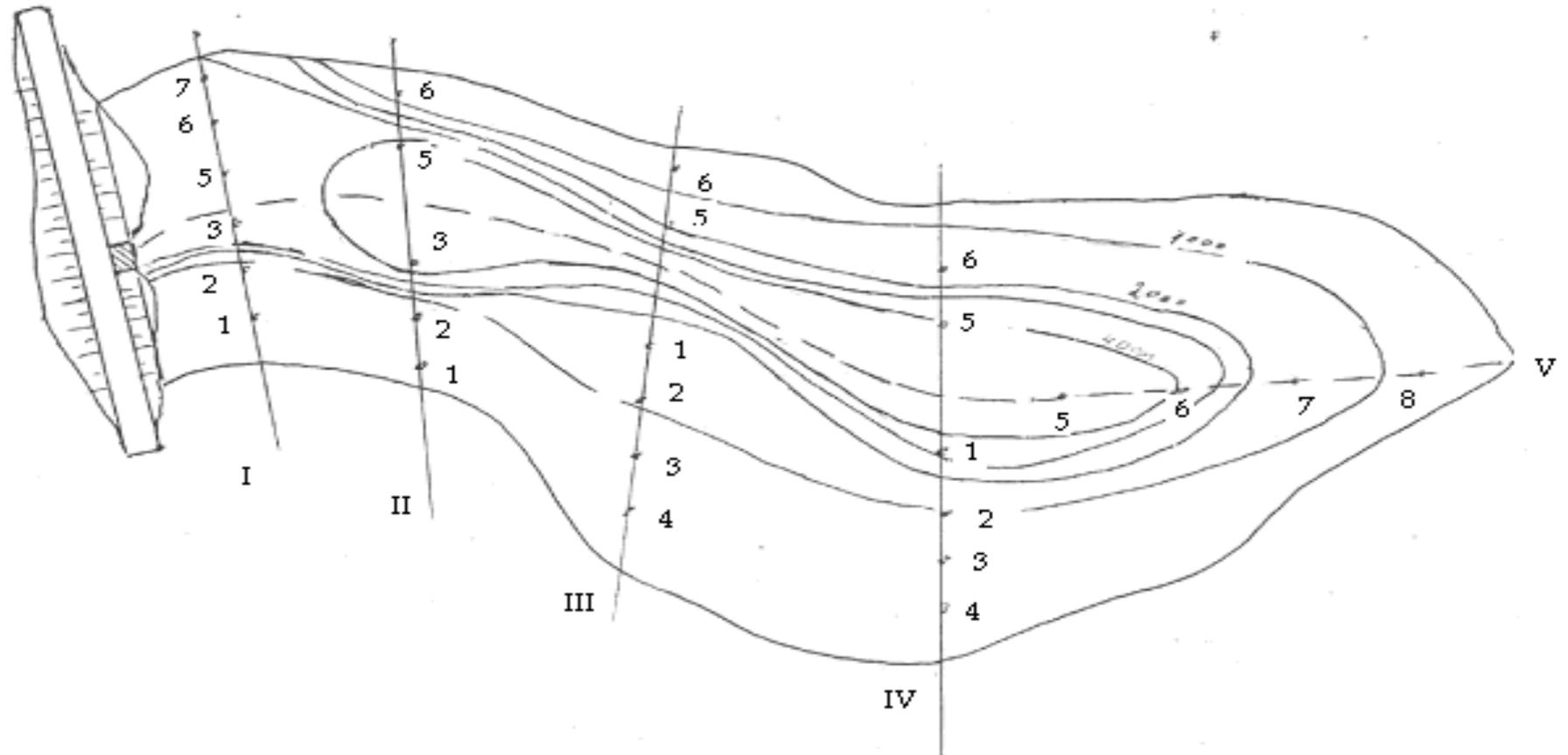


Рис. 2.3п.1

Условные обозначения:

I ÷ II – поперечные створы отбора проб илистых отложений;

5• – номер точки отбора для определения удельной активности ила. (удельная активность по точкам отбора приведена в таблице 2.3п.1).

Таблица 2.3п.1 – Радиоактивность образцов илистых отложений по точкам отбора проб в верхнем 10 см слое ложа пруда п. Карпиловка, Злынковского района.

Дата определения активности.	Отбор пробы		Активность сухого ила					Активность влажного ила 1:1				
	№ створа и расстояние от плотины	№ точки и расстояние от тальвега м	Сухая навеска ила. г	Фон. Бк	Отсчет Бк	Удельная активность Бк/кг		Влажная навеска ила. г	Фон Бк	Отсчет Бк	Удельная активность	
						В кюв. «Е»	В «Маринелли» гр7х1,29				В кюв. «Е»	В «Маринелли» гр12х1,41
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11.02.06	I+40	1+52	100	71,5	121,8	503	649	200	71,5	118	233	328
		2+37	100	71,5	132	605	780	200	71,5	126,8	277	390
		3+17	100	71,5	381	3095	3992	200	71,5	370,8	1497	2110
		5+5	100	71,5	282	2107	2718	200	71,5	275,8	1022	1441
		6+25	100	71,5	451,2	3797	4896	200	71,5	425	1768	2493
		7+42	100	71,5	372	3005	3876	200	71,5	353	1409	1987
	II+100	1+60	100	71,5	546,8	4753	6131	200	71,5	529	2290	3229
		2+40	100	71,5	110,6	391	504	200	71,5	111,4	199	280,6
		3+20	92,5	71,5	554	5248	6822	185	71,5	540	2002	2823
		5+10	37,1	71,5	232	4376	4901	74	71,5	230	2142	3018
		6+30	100	71,5	120,6	491	633	200	71,5	116,1	224	315
	III+180	1+20	100	71,5	130,4	589	760	200	71,5	128,2	278,5	392,7
		2+40	100	71,5	225,6	1541	1988	200	71,5	215,6	720,5	1016
		3+60	100	71,5	101,3	298	384	200	71,5	100,4	144,5	203,7
		4+80	100	71,5	100,7	292	397	200	71,5	95,8	121,5	171,3
		5+20	83,7	71,5	252,4	2000	2580	200	71,5	242,6	1028,0	1449
		6+40	100	71,5	156,6	851	1098	167	71,5	151,6	400	564
	IV+280	1+20	100	71,5	453,9	3824	4933	200	71,5	438,7	1836	2588
		2+40	100	71,5	171,3	998	1287	200	71,5	167,3	479	675
		3+60	100	71,5	146	745	961	200	71,5	143,4	357,6	504
		4+80	100	71,5	127,8	563	726	200	71,5	126,5	270	381
		5+10	100	71,5	471,5	4000	5160	200	71,5	455,5	1920	2700
		6+20	100	71,5	317	2465	3180	200	71,5	298	1132	1596
	V+320	5+40	90,4	71,5	365,8	3304	4262	180,8	71,5	352,6	1420	2002
	+360)	6+40	100	71,5	427,4	3957	5105	200	71,5	415	1900	2679
	+400	7+40	100	71,5	167,2	957	1235	200	71,5	163,2	458,5	646
	+440	8+40	84	71,5	195	1235	1593	168	71,5	189,4	589,5	831

**Опыт 5п. Послойная радиоактивность илистых отложений в ложе пруда, п.Карпиловка, к-з «им.Ромашина», Злынковского р-на, Брянской обл., посроенного в 1982г. (Обследование ложа пруда 25.03.06г).**

*Исходные данные опыта 5п.*

Послойная радиоактивность толщи илистых отложений определялась на основе проб ила, отобранных точечным методом на глубину до 80 см, с помощью бура пробоотборника для грунтов, по сухому ложу пруда у п. Карпиловка по тем же створам, что намечены в опыте 3п.

Место расположения створов в настоящем опыте приурочено к створам отбора проб илистых отложений в верхнем 10 см слое, **см. опыт 3п, рис.2.3п.1.**

В каждой намеченной точке отбора на местности, в основном на расстоянии через 3 ÷ 20 м от тальвега, производился послойный отбор проб на глубину илистых отложений с шагом по вертикальному профилю – 20 см:

- 1-й слой (верхний) – 0-20 см
- 2-й слой – 20-40 см
- 3-й слой – 40-60 см
- 4-й слой (нижний) – 60-80 см.

Пробы ила по ложу пруда отбирались в 11 точках.

Пруд на момент обследования еще не заполнился водой. Пробы ила отбирались из-под снега выпавшего на кануне, снег был толщиной 10 ÷ 20 см.

*Цель проведения опыта 5п.*

- Изучить радиоактивность илистых отложений по глубине вертикального профиля до 80 см.
- Изучить влияние толщи воды на распределение активности по слоям вертикального профиля илистых отложений.

*Условия проведения опыта 5п.*

Пробы илистых отложений естественной влажности, отбирались массой 200-400 г, из каждого 20 см слоя, во всех намеченных точках отбора..

Подготовка проб для радиометрических измерений на радиометре РУБ-01П6 проводилась в следующей последовательности:

1. Пробы сушились на воздухе в комнатных условиях, в течении 10 суток около отопительной батареи. Для сушки пробы разжиженного ила размещались в пластмассовые кюветки d=10 см, высотой 5 ÷ 6 см.
2. Высушенные пробы ила измельчались и просеивались через сито с ячейками 1 мм.
3. Активность каждой сухой пробы ила определялась с использованием измерительного контейнера кюветка – «Е», с навеской ила массой – 100 г.

Сводная ведомость активности проб и характеристика илистых отложений по 20 см слоям вертикального профиля, в каждой точке отбора, в разрезе створов приведены в **таблицах 2.5п.1, 2.5п.2.**

*Вывод к опыту 5п.*

1. Радиоактивность илистых отложений с глубины 40 см уменьшается по сравнению с верхним слоем в 10 и более раз.
2. В верхнем слое до 40 см илистые отложения представлены мельчайшими частицами почвы, в нижних слоях – в основном песок. На мелких почвенных частицах адсорбируется больше радионуклидов цезия-137, поэтому активность верхнего слоя илистых отложений больше чем нижних.
3. Наибольшая радиоактивность илистых отложений сосредоточена в верхнем 20 см слое.
4. Перераспределению илистых частиц по фракциям по вертикальному профилю отложений способствуют следующие факторы:
  - Разная скорость оседания взвесей под собственной тяжестью в мутной воде, поступающих с поверхностными водами от прилегающих водосборов.
  - Периодическое волновое взмучивание верхнего слоя илистых отложений ведет к повторному перераспределению илистых частиц.
  - Выделяющийся газ метан, при перегнивании отмерших организмов в толще илистых отложений, способствует взмучиванию ила и переносу мельчайших частиц отложений из глубины на поверхность и. др.
5. Активность илистых отложений в верхнем слое всегда наибольшая и это не зависит от времени.

Таблица 2.5п.1. - Активность илистых отложений в 80 см толще по слоям вертикального профиля в точках отбора проб по ложу пруда в п. Карпиловка, Злынковского района.

Створы по ложу пруда		Точки отбора		Глубина взятия пробы.	Радиоактивность ила				
№ створа	Расстояние между створами. м	№ точки	Расстояние от талвега ложа. м		Масса навески. г	Фон. Бк	Отсчет. Бк	Удельная активность, Бк/кг	
								В кюв. «Е»	«Маринелли» гр.9 х Кп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Плотина	- Начало								
I-I	40	1л	10	0-20	50	67,0	271,6	3733	4181
				20-40	100	67,0	173,6	1066	1375
				40-60	100	67,0	90,4	234	302
				60-80	100	67,0	79,2	122	157
		2л	17	0-20	50	67,0	271,2	3733	4181
				20-40	100	67,0	166,2	992	1280
		1пр	5	0-20	100	67,0	177	1100	1419
		2пр	20	0-20	100	67,0	173	1060	1367
II - II	60	1л	3	0-20	50	67,8	298,2	4607	5160
				20-40	100	67,8	654	5864	7565
				40-60	100	67,8	90,4	226	291
		1пр	3	0-20	100	67,8	551,2	4874	6287
				20-40	100	67,8	94,9	264	341
				40-60	50	67,8	77,7	184	206
				60-80	100	67,8	82,7	149	192
		2пр	20	0-20	100	67,8	123,9	554	7147
				20-40	100	67,8	77,6	92	119
III - III	80	1л	3	0-20	33,9	67,8	199,3	3879	4344
				20-40	100	67,8	334,7	2668	3441
				40-60	100	67,8	214	1462	1886
				60-80	100	67,8	115,9	481	620
IV-IV	100	1л	3	0-20	100	68,4	241,5	1731	2233
				20-40	100	68,4	83,1	147	922
талъв. т.5	60	1л	5	0-20	36	68,4	235,7	4673	5234
				20-40	100	68,4	221,6	1532	1976
талъв. т.6	60	1л	5	0-20	46,2	68,4	76,9	184	206
				20-40	100	68,4	286,8	2182	2815
				40-60	100	68,4	85,6	172	222
				60-80	100	68,4	83,7	153	197

Таблица 2.5п.2 – Характеристика илистых отложений в 80 см. толще по слоям вертикального профиля в точках отбора проб по ложу пруда в п.Карпиловка, Злынковского района.

Створы по ложу пруда		Точки отбора		Илистые отложения		Масса пробы		Цвет илистых отложений
№ створа.	Расстояние между створами. м.	№ точки	Расстояние от тальвега пруда. м	Общая глубина ила. см	Глубина взятия пробы. см	Естественная влажность. г	Сухой измельченный. г	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Плотина	0							
I-I	40	1л	10	75	0-20	157	66	Т-серый.
					20-40	362	260	Т-серый.
					40-60	428	227	Т-серый.
					60-80	386	218	Белесый.
		2л	17	35	0-20	185	68	Белесый.
					20-40	286	199	Белесый.
		л бер.	35	-	-			
		1 пр	5	15	0-20	365	225	Мокр.песка.
		2 пр	20	20	0-20	384	258	Цвет песка.
		пр. бер.	27	-	-			
II-II	60	1л	3	50	0-20	173	51	Т-серый.
					20-40	242	105	Т-серый
					40-60	260	138	Серо-белый.
		л бер.	50	-	-			
		1 пр	3	75	0-20	230	93	Т-серый.
					20-40	346	141	Серый.
					40-60	183	88,4	Черный.
					60-80	308	210	Серый.
		2 пр	20	40	0-20	346	170	Серый.
					20-40	348	240	Серый.
		пр. бер.	17	-	-			
III-III	80	1л	3	75	0-20	112	34	Т-серый.
					20-40	228	93	Т-серый.
					40-60	218	125	Черный.
					60-80	262	166	Мокр. песка.
		л бер.	60	-	-			
		пр. бер.	50	-	-			
Тальв. т.4	100	1л	3	40	0-20	226	94	Серый.
					20-40	430	190	Мокр. песка.
Тальв. т.5	60	1л	5	40	0-20	182	36,4	Т-серый.
					20-40	292	158	Серо-песчаный.
Тальв. т.6	60	1л	5	более 80	0-20	109	46	Т-серый.
					20-40	374	178	Мокр. песка.
					40-60	337	102	Серый.
					60-80	355	165	Мокр. песка.

**Опыт 6п. Послойная радиоактивность почвогрунтов на осушительной системе п. Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского р-на, Брянской обл., посроенной 1985 ÷ 1986гг. (Обследование территории 22.08.06г).**

*Исходные данные опыта 6п.*

Послойный отбор проб почвогрунтов по вертикальному профилю, на глубину 75 ÷ 80 см, производился по одному намеченному створу –А, в 7-ми точках, на склоне юго-западной экспозиции существующей осушительной системы и в 2-х точках, расположенных вне створа –А, на склоне той же экспозиции в районе песчаного карьера – точка I и точка II, на непаханных землях под 4-мя соснами.

Намеченный створ-А, отбора проб на местности, на существующей осушительной системе располагается между створами IV и VI отбора проб почвы в верхнем 10 см слое. Водосборы к этим створам аналогичны. Характеристика водосборов к створам IV и VI приведена в таблице 2.2п.1 (см. опыт 2п).

Расположение в плане створов IV, VI, створа –А и точек послойного отбора проб почвогрунтов приводится на схеме М 1:50, см. рис. 2.6п.1.

Послойный отбор проб в точках 1, 2, 3, 4, 5, намеченных в створе –А по берегам осушительных каналов, проводился в 3 ÷ 5 метрах от их бровок. Точка -5' смещена от положения точки-5, на 3,0 м вдоль бровки канала.

Точка -6 расположена на пашне, в 300 м от нагорного канала вверх по склону.

Точка – 7' расположена в 150 м от нагорного канала вверх по склону, у обочины проселочной дороги, поросшей травой.

В каждой, намеченной на местности, точке проводился послойный отбор проб на глубину 75-80 см, с шагом по вертикальному профилю 5 ÷ 20 см:

- 1-й слой (верхний) – 0-5 см
- 2-й слой – 5-15 см
- 3-й слой – 15-35 см
- 4-й слой – 35-55 см.
- 5-й слой нижний – 55-75 (80) см.

Послойный отбор проб проводился в 9-ти точках буром пробоотборником.

В створе –А через каждые 20 м измерялся фон радиационного излучения на уровне поверхности земли, с помощью дозиметра РКСБ-104. Радиационный фон замеры в 42 точках.

Во время обследования – 22.08.06г моросил дождь целые сутки.

*Цель проведения опыта 6п.*

- Изучить радиоактивность почвогрунтов по глубине вертикального профиля до 80 см.

*Условия проведения опыта 6п.*

Пробы почвы, естественной влажности, отбирались массой 400 - 1200 г, из каждого 5 ÷ 20 см слоя, во всех намеченных точках отбора.

Подготовка проб для радиометрических измерений на радиометре РУБ-01Пб проводилась в следующей последовательности:

1. Пробы почвы высушивались на электрокалорифере в течении 2-х суток, в алюминиевых плошках.

2. Высушенные пробы охлаждались в комнатных условиях, в течении суток, в плотно закрытых полиэтиленовых мешках.

3. Высушенные и охлажденные пробы почвы измельчались, просеивались через сито с ячейками 1мм.

4. Для определения активности сухая проба засыпалась в измерительный контейнер кюветка –«Маринелли», с навеской почвы массой – 200г.

Сводная ведомость активности проб почвы по слоям вертикального профиля, в каждой точке отбора, приведена в **таблице 2.6п.1**.

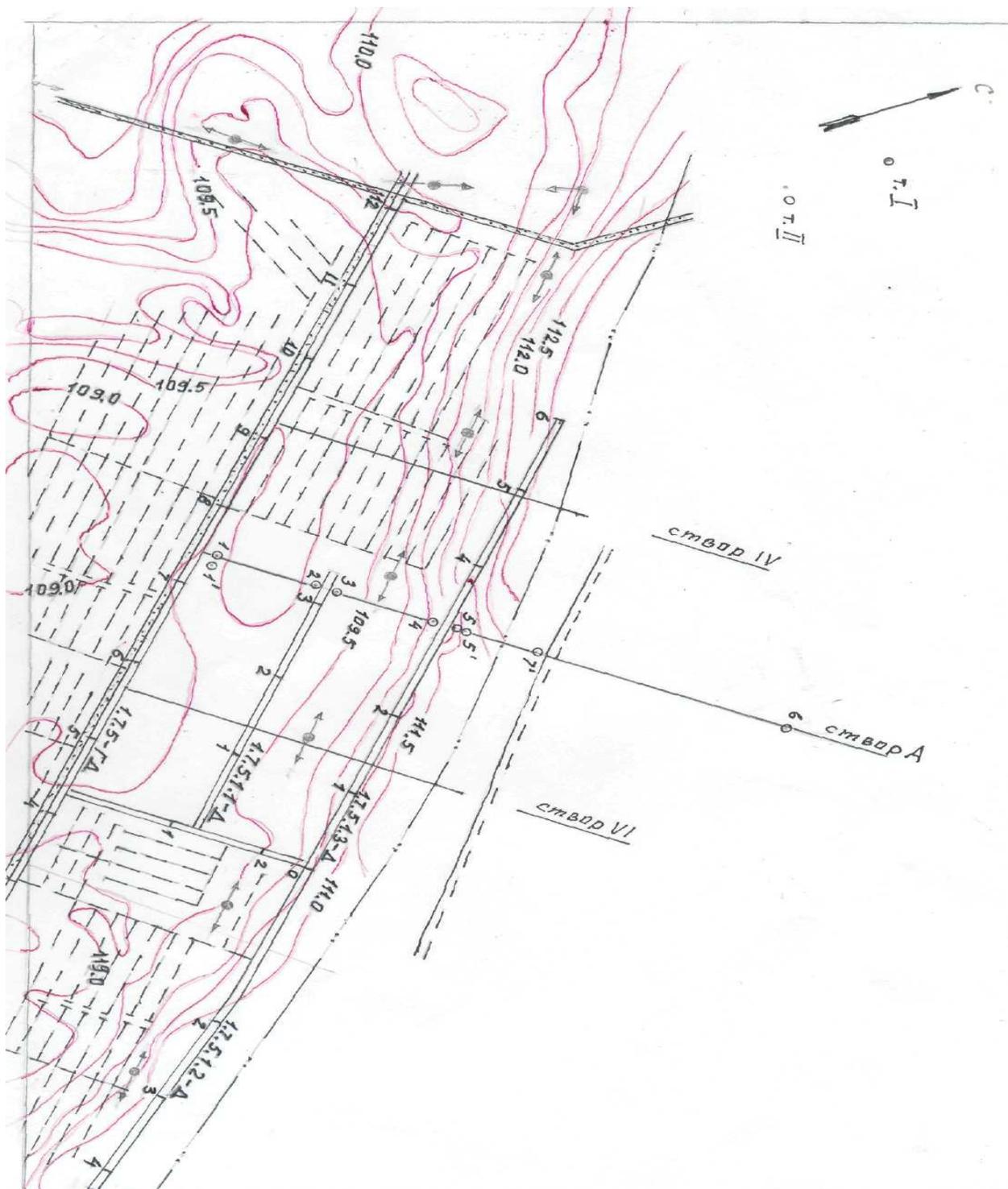
*Вывод к опыту бп.*

- Радиоактивность почвогрунтов на пахатных землях, с глубины 35 см, уменьшается в  $2 \div 4$  раза.

- В верхнем слое до 35 см радиоактивность наибольшая, а в результате переворота пласта и перемешивания слоев почвы при вспашке, активность проверенных слоев почвы изменяется.

- На непаханных землях (см. таблица 2.6п.1, точка 7', под 4-мя соснами) - наибольшая активность остается в самом верхнем 10-ти см слое почвы, а в следующем слое на глубине 10-30 см активность в 22 раза меньше.

- В верхнем 35 см слое почвы **масса насыпного грунта** меньше, чем в нижних слоях, следовательно, почвы верхних слоев состоят из легких пылеватых частиц, которые имеют наибольшую адсорбирующую поверхность для радионуклидов, чем и обусловлена повышенная радиоактивность верхних слоев почвы.



**Рис. 2.6п.1** Расположения точек послойного отбора проб почвогрунтов на осушительной системе пос. Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского р-на.

Условные обозначения:

- IV, VI – створы отбора проб почвы в верхнем 10 см слое.
- А- створ послойного отбора проб почвогрунтов.
- о 1, 2, 3, 4, 5, 6 – точки послойного отбора проб по бровкам каналов 22.08.06г.
- о 1', 5', 7' - точки послойного отбора проб при повторном обследовании 20.09.06г.
- о –т.І, т.ІІ – точки послойного отбора проб вне створа –А, за пределами осушительной системы. (т.І. – карьер песка; т.ІІ – под 4-мя соснами).

Таблица 2.6п.1 – Активность образцов почвы по слоям вертикального профиля на глубину 75 см в точках отбора, проб на осушительной системе к-за Комсомolec, Новозыбковского района.

Дата определения активности.	Отбор пробы		Расстояние между точками. м	С/х использование.	Радиационный фон. МкР/ч	Общая масса сухой пробы. г	Активность пробы				
	№ створа.	№ точки, глубина. см					Масса навески г	Фон Бк	Отсчет Бк	Удельная Активность Бк/кг	Масса н.гр. г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
По материалам отбора от 22.08.06г											
	Ств. А	Юго-запад. экспозиция									
30.08.06	К-л 1.7.5.-ГД	Тальвег	0	ил	17	-	-	-	-	-	-
	лев. берег	№1	+3	луг	35	-	-	-	-	-	-
		0-5		-	-	1000	200	69	403	1670	48,15
		5-15		-	-	900	200	69	386,7	1588	48,15
		15-36		-	-	473	200	69	329,1	1300	48,75
		35-55		-	-	415	200	69	162,5	467	51,85
		55-75		-	-	197,3	197,3	69	127,2	295	51,95
			+40	луг	77	-	-	-	-	-	-
			+40	луг	52	-	-	-	-	-	-
31.08.06	К-л 1.7.5-пр. берег	№2	+20	луг	51	-	-	-	-	-	-
		0-5		-	-	650	200	69	1115	5232	32,95
		5-15		-	-	291	200	69	1782	8565	38,85
		15-35		-	-	189	189,8	69	927	4520	38,55
		35-55		-	-	157,3	157,3	69	251	1154	31,85
		55-75		-	-	190	189,8	69	368	1577	42,75
		0-5		-	-						
30.08.06	К-л 1.7.5-лев. берег	Тальвег	+3	ил	19	-	-	-	-	-	-
		№3	+3	луг	56	-	-	-	-	-	-
		0-5		-	-	770	200	69	1407	6692	35,95
		5-15		-	-	239	200	69	988,8	4599	39,68
		15-35		-	-	280	200	69	984,7	4579	42,65
		35-55		-	-	180,5	180,5	69	330	2652	36,55
		55-75		-	-	102	100	69	344,8	275,8	32,88

продолжение таблицы 2.6п.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			+20	луг	44	-	-	-	-	-	-
			+20	луг	39	-	-	-	-	-	-
			+20	луг	45	-	-	-	-	-	-
			+20	луг	52	-	-	-	-	-	-
31.08.06	пр. берег	№4	+20	луг	30	-	-	-	-	-	-
	Нагор. к-л	0-5				1000	200	69	259	950	44,95
		5-15				323,6	200	69	311,8	1214	47,75
		15-35				363	200	69	234,9	829	50,25
		35-55				424	200	69	135,4	332	54,25
		55-75				401	200	69	116,9	240	53,85
	Нагор. к-л	Тальвег	+3	ил	17						
4.09.06	лев. берег	№5	+3	луг	23						
		0-5		-		1000	200	69,4	481,9	2062	47,35
		5-15		-		500	200	69,4	364,5	1476	50,35
		15-35		-		371	200	69,4	193	618	53,55
		35-55		-		431	200	69,4	1050	4906	52,85
		55-75		-		491	200	69,4	191,5	611	55,75
2.09.06	ств. А		+340	стерня	64-54	-	-	-	-	-	-
	выше нагор. к-ла	№6	0-5		49	1000	200	69	655,7	2934	55,85
			5-15			1000	200	69	640,2	2856	56,85
			15-35			396	200	69	636,5	2838	54,35
			35-55			400	200	69	157,6	443	59,25
			55-75			483	200	69	102,6	168	60,85
2.09.06	«4 сосны»	I	0-10	луг	103	3000	200	69,1	2304	11175	51,55
	150м от гра- ницы осуш.	I	0-10	луг	110	3000	200	69,1	2352	11415	51,45
По материалам доп. обследований от 20.09.06г											
30.09.06	ств. А	5'	+3 от(•) 5 ушли с бугра	луг	25						
		0-5			25	740	200	68,6	398	1647	48,75
		5-15			43	860	200	68,6	321,9	1266	49,75
		15-35				640	200	68,6	434	1821	54,05

продолжение таблицы 2.6п.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		35-55				482	200	68,6	190,6	609,8	52,05
		55-75				477	200	68,6	103,6	175	57,94
30.09.06	ств. А	7'	+5 от обочи- ны просе- лоч-ной до-	луг	110						
		0-5				540	200	68,6	965,7	4485	40,05
		5-15				770	200	68,6	939,1	4352	46,25
		15-35				550	200	68,6	496,1	2137	51,95
		35-55				600	200	68,6	133,4	324	56,05
		55-75				540	200	68,6	123,7	275	50,05
По материалам доп. обследований от 7.06.07г											
14.06.07	«4 сосны»	I		луг	110						
		0-10				1000	200	69,1	3326	16285	48,88
		10-30				328	200	69,1	147	390	58,15
		30-50				334	200	69,1	100,3	156	65,55
		50-70				350	200	69,1	109,1	199,8	64,85
		70-90				352	200	69,1	93,3	121,2	63,05
Карьер песка на окраине п. Вышково «4 сосны» по материалам обследования от 7.06.07г											
19.06.07	Песок с дна карьера d≤2,5 мм				20	600	200	69,1	86,2	85,5	70,08
19.06.07	Песок с бровки карьера d≤5 мм				30	185	185	69,1	289,6	1192	62,68
19.06.07	Песок с бровки карьера d≤1 мм				98	600	200	69,1	1235	5830	55,88

## **III 2.2 Радиоактивность воды в естественных водоисточниках.**

**ОПЫТЫ: 4п; 28п; 28п.-1**

**Опыт 4п Радиоактивность воды в отводящем канале на оросительно-осушительной системе, п. Карпиловка, к-з «им. Ромашина», Злынковского р-на, построенной 1982 ÷ 1983гг. (Обследование канала 22.11.05г).**

*Исходные данные опыта 4п.*

Отбор проб воды проводился по длине отводящего канала –Д для сброса дренажных вод, на существующей осушительно-оросительной системе. Сброс дренажных вод осуществляется в ручей без названия, ниже существующей плотины на 800м.

Канал –Д, к моменту обследования, не имел правильных очертаний русла, он превратился в ручей заросший по берегам мелкоколесьем, рогозом, травой. Существующий труба-переезд на проезжей дороге п. Карпиловка – п. Щербиничи создает подпор воды в канале –Д.

Во время обследования на прилегающем водосборе лежал снег толщиной не более 2 см, дренажная сеть на существующей системе работала (из устьев дренажных коллекторов бежала вода). Глубина воды в канале в основном 10-30 см, ширина русла на уровне воды – 1,5 ÷ 2 м. Вода в канале –Д была чистая и без снега.

Пробы воды отбирались с берегов канала в 8-ми точках, расположенных через 80 ÷ 200м друг от друга, в пластмассовые бутылки.

Пробы воды отбирались после длительного засушливого периода, с августа по ноябрь 2005 года в Брянской области отсутствовали осадки. Первый снег выпал на кануне обследования слоем не более 5 см и к моменту обследования – 22.11.05г, почти, весь растаял, температура была плюсовая.

*Цель проведения опыта 4п.*

- Изучить самоочищающую способность сбросной воды от радионуклидов цезия-137, поступающих в канал с дренажной и поверхностной водой.

*Условия проведения опыта 4п.*

Пробы воды отбирались черпаком в пластмассовые емкости 1 ÷ 1,5 литра. Воду черпали осторожно без придонной мути. В таре с отобранной водой плавала ряска.

Подготовка проб воды к радиометрическим измерениям на радиометре РУБ-01П6 проводилась в следующей последовательности:

1. Пробы, до начала измерения активности, хранились в комнатных условиях – 3 суток, в закрытой пластмассовой таре.
2. Активность всех 8-ми отобранных проб определялась в течении одних суток.
3. Для определения активности, проба воды взбалтывалась в закрытой пластмассовой таре, методом перелива и встряхивания в течении одной минуты, непосредственно, перед заполнением измерительного контейнера кюветка –«Маринелли».

4. Масса навески воды контролировалась на весах с точностью до 0,01г. Масса навески для каждой пробы – 200г.

Сводная ведомость активности проб сбросной воды, по длине отводящего канала –Д, приведена в **таблице 2.4п.1.**

*Вывод к опыту 4п.*

1. Радиоактивность воды в отводящем канале уменьшается, только, в точках подпора воды от труба-переезда.
2. Труба-переезд следует открыть, чтобы предотвратить оседание радиоактивных взвесей (мути), поступающих с водой по сбросному каналу.

Таблица 2.4п.1 –Радиоактивность проб воды, по существующему отводящему каналу – Д, на осушительно-оросительной системе п. Карпиловка, Злынковского района.

Дата определения активности.	Отбор проб 22.11.05г			Радиоактивность воды.			
	Ручей	ГК длина. м	№ точки	Объем навески. мл	Фон Бк	Отсчет Бк	Удельная активность. Бк/л
1	2	3	4	5	6	7	8
27.11.05	к-л 2Д	ГК12+50	1	200	66,2	70,5	21,3
	Ручей Д, голова	0	2	200	66,2	73,0	37
	Ручей Д	+100	3	200	66,2	70,3	20,5
	Ручей Д	+160	4	200	66,2	70,5	21,35
	Ручей Д	+200	5	200	66,2	70,8	23,0
	Ручей Д	+200	6	200	66,2	70,3	20,7
	Ручей Д, поворот	+200	7	200	66,2	69,8	17,8
	Ручей Д (в подпоре)	+200	8	200	66,2	69,37	15,9

## **Опыт 28п Радиоактивность сточных вод в весенний период с очистных сооружений, г. Новозыбков, Брянской области. (Обследование 5.04.07г).**

### *Исходные данные опыта 28п.*

Отбор проб сточной воды производился на существующих очистных сооружениях г. Новозыбков, по основным узлам поэтапной очистки. Сточная вода, после прохождения всех ступеней очистки, сбрасывается в речку Корна.

Контрольные пробы стоков, на проверку радиоактивности, отбирались ранней весной 2007г в шести намеченных точках, в порядке прохождения их всех ступеней очистки:

Точка О – стоки, поступающие из канализационной сети города Новозыбков, перед песколовкой.

Точка 1 – на выходе из песколовки.

Точка 2 – на выходе из первичного отстойника.

Точка 3 – на выходе из аэротенка I.

Точка 4 – на выходе из аэротенка II.

Точка 5 – перед сбросом в водоприемник –р. Корна.

### *Цель проведения опыта 28п.*

- Проверка сточных вод на содержание радионуклидов цезия-137 при сбросе их в водоприемник и после каждого этапа очистки в весенний период 2007г.

### *Условия проведения опыта 28п.*

Пробы сточной воды отбирались специальным черпаком с поверхности соответствующего стокоприемника, по 1-му литру в каждой контрольной точке.

Пробы сточной воды, на месте отбора, упаковывались в пластмассовые емкости с плотно-закрывающимися крышками.

Подготовка проб сточной воды к радиометрическим измерениям на радиометре РУБ-01П6 проводилась в следующей последовательности:

1. Пробы, до начала измерения активности, хранились в комнатных условиях – 7 суток, в закрытой пластмассовой таре.

2. Активность всех 6-ти отобранных проб определялась в течении одних суток.

3. Для определения активности, проба воды взбалтывалась в закрытой пластмассовой таре, методом перелива и встряхивания в течении одной минуты, непосредственно, перед заполнением измерительного контейнера кюветка – «Маринелли».

4. Навеска воды определялась взвешиванием на электронных весах с точностью до 0,01г, масса навески для каждой пробы – 200г.

Активность сточных вод и их характеристика, по внешним признакам загрязнения, в точках отбора приведена в таблице 2.28п.1.

### *Вывод к опыту 28п.*

1. В сточной воде, поступающей из канализационной сети г.Новозыбков, присутствуют радионуклиды цезия-137.

Удельная активность сточных вод в весенний период – 4,2 Бк/кг.

2. В сточных водах, после прохождения последующих ступеней очистки, обнаруживается присутствие цезия-137, меньше чем в самом начале.
3. В месте сброса очищенных сточных вод в водоприемник, необходимо проверять активность донных илистых отложений р.Корна.
4. Проверку сточных вод, на содержание радионуклидов цезия-137, следует проверять по временам года: весной, летом, осенью и зимой.

Таблица 2.28п.1 –Активность сточных вод и характеристика их по внешнему признаку загрязнения (по материалам обследования от 5.04.07г).

Дата определения активности.	№, № точек отбора.	Общий объем пробы. л	Внешние признаки загрязненности пробы воды.	Активность пробы			
				Навеска. мл	Фон Бк	Активность пробы Бк	Удельная активность. Бк/л
1	2	3	4	5	6	7	8
Начало, поступление стоков, перед песколовкой.							
12.05.07	0	1,0	Мало мути; Неприятный запах; Вода густая, как кисель; Цвет водянистый.	200	67,2	68,04	4,2
На выходе из песколовки.							
12.04.07	1	1,0	Вода прозрач-мутная, как от сажи; Цвет дымчатый; Неприятный запах.	200	67,2	67,85	3,25
На выходе из отстойника I.							
12.04.07	2	1,0	Вода прозрач-мутная, как от сажи; Цвет светло-дымчатый; Неприятный запах.	200	67,2	66,97	0
На выходе из аэротенка I.							
12.04.07	3	1,0	Вода мутная, черная, густая; Неприятный запах.	200	67,2	68,01	4,05
На выходе из аэротенка II.							
12.04.07	4	1,0	Вода на вид чистая, прозрачная, с плавающей мутью; Неприятный запах отсутствует.	200	67,2	67,63	2,15
На выходе, сброс в водоприемник, р. Корна.							
12.04.07	5	1,0	Вода на вид чистая, прозрачная; В воде присутствовала белесая муть, в виде прозрачных сгустков.	200	67,2	66,57	0

**ОПЫТ 28п-1 Радиоактивность сточных вод в летний период с очистных сооружений, г. Новозыбков, Брянской области. (Обследование 30.08.07г).**

*Исходные данные опыта 28п-1.*

Отбор проб сточной воды производился на существующих очистных сооружениях г. Новозыбков по основным узлам поэтапной очистки, в пик летнего периода.

Контрольные пробы стоков на проверку радиоактивности отбирались летом 2007г в пяти точках, по тем же узлам поэтапной очистки, что и в весенний период 2007г (см. опыт 28п).

*Цель проведения опыта 28п-1.*

- Проверка сточных вод на содержание радионуклидов цезия-137 при сбросе их в водоприемник и после каждого этапа очистки в летний период 2007г.

*Условия проведения опыта 28п-1.*

Пробы сточной воды отбирались специальным черпаком с поверхности соответствующего стокоприемника, по 1,5-2,5 литра из каждой контрольной точки, в пластмассовые емкости с плотно-закрывающимися крышками.

Подготовка отобранных проб сточной воды, к радиометрическим измерениям на радиометре РУБ-01Пб, проводилась в следующей последовательности:

1. Пробы, до начала измерения активности, хранились в комнатных условиях в течении 8 суток, в закрытой пластмассовой таре.
2. Через 8 суток хранения каждая проба была разделена на две части:
  - Верхняя часть отстоявшейся воды объемом  $1 \div 1,5$ л, осторожно, через горлышко емкости, была слита в чистую емкость.
  - Вторая половина пробы объемом 0,5-1л, нижняя часть с осевшей мутью, оставалась в прежней емкости отбора.
3. Активность всех 5-ти отобранных проб проверяли дважды после 8-ми суток точного отстоя в емкости для хранения:
  - верхнего слоя;
  - нижнего слоя с мутью.
4. Для определения активности, перед заполнением измерительного контейнера кюветка –«Маринелли», каждая проба взбалтывалась в закрытой пластмассовой таре, методом встряхивания в течении одной минуты
5. Навеску воды контролировали на весах с точностью до 0,01г, масса навески для каждой пробы – 200г.

Характеристика сточных вод по внешнему признаку загрязнения, по каждой пробе, приведена **в таблице 28п-1.1.**

Характеристика радиоактивности сточных вод, после прохождения соответствующего этапа очистки, по каждой точке отбора, приведена **в таблице 28п-1.2.**

*Вывод к опыту 28п-1.*

1. В сточной воде присутствуют радионуклиды цезия-137 и даже на выходе при сбросе в водоприемник р.Корна.

2. Воду с очистных сооружений для определения радиоактивности стоков, следует брать на всех ступенях очистки, только после тщательного взмучивания в соответствующем водоприемнике.

Таблица 2.28п-1.1. – Характеристика загрязненности сточной воды на очистных сооружениях г. Новозыбков в конце летнего периода 2007г.

Дата определения активности.	№, № точек отбора.	Общий объем воды 30.08.07 л	Отстой воды - 8 сут., л		Внешние признаки загрязненности сточной воды.
			Верхний слой 8.09.07	Нижний слой, с осадком 8.09.07	
1	2	3	4	5	6
Начало, поступление стоков перед песколовкой.					
10.09.07	0	2,5	1,5	-	Через 8 суток отстоя слили верхний слой: вода чистая, без мути, с резким неприятным запахом.
8.09.07	0	-	-	1,0	- Вода прозрачная – мути мало плавала, черного цвета, как сажа; - Неприятный запах.
На выходе из первичного отстойника.					
10.09.07	1	2,5	1,5	-	Через 8 суток отстоя слили верхний слой; Вода светло-дымчатая, прозрачная, неприятный запах.
10.09.07	1	-	-	1,0	- Вода дымчатого цвета, – мути мало плавала, неприятный запах
На выходе из аэротенка I					
8.09.07	2	2,0	1,0	-	Через 8 суток отстоя слили верхний слой; Вода без плавающей мути, чистая прозрачная, неприятный запах.
8.09.07	2	-	-	1	- Вода прозрачная, на дне 3 см черной мути, неприятный запах.
Во вторичном отстойнике.					
10.09.07	4	1,5	1	-	Через 8 суток отстоя слили верхний слой; Вода чистая, прозрачная, нет запаха.
8.09.07	4	-	-	0,5	- Редко плавали хлопья черной мути 0,5-1 мм; Вода чистая, без запаха.
На выходе, сброс в водоприемник, р.Корна.					
8.09.07	5	1,5	1	-	Через 8 суток отстоя слили верхний слой. Вода чистая, прозрачная, без запаха.
8.09.07	5	-	-	0,5	- В оставшейся воде было немного взвесей, мутная. Через 3-5 мин образовался густой светло-молочный осадок, неприятный запах отсутствует.

Таблица 2.28п-1.2. – Активность сточных вод с очистных сооружений г. Новозыбков (по материалам отбора от 30.08.07г).

Дата определения активности.	№ точек отбора.	Общий объем воды 30.08.07 л	Отстоявшаяся вода 8 сут., л		Температура $t_{\text{ком}}^{\circ}\text{C}$	Проба		Фон Бк	Активность пробы Бк	Удельная активность. Бк/л
			Верхний слой 8.09.07	Нижний слой с осадком 8.09.07		Верхний слой. мл	Нижний слой мл			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Начало, вода поступающая из канализационных сооружений.										
10.09.07	0	2,5	1,5	-	13,5	200	-	61,12	61,16	0,2
8.09.07			-	1,0	20,6	-	200	61,12	61,58	0,3
На выходе из первичного отстойника.										
10.09.07	1	2,5	1,5	-	13,5	200	-	61,12	61,59	2,33
8.09.07			-	1,0	13,5	-	200	61,12	61,22	0,50
После аэротенка I.										
8.09.07	2	2	1,0	-	20,8	200	-	61,12	61,15	0,17
8.09.07			-	1,0	20,5	-	200	61,12	61,86	3,7
Во вторичном отстойнике.										
10.09.07	4	1,5	1,0	-	13,5	200	-	61,12	61,65	2,67
			-	0,5	13,5	-	200	61,12	61,39	1,35
Сброс в р. Корна (очищенная вода).										
8.09.07	5	1,5	1,0	-	20,5	200	-	61,12	61,4	1,42
8.09.07			-	0,5	20,5	-	200	61,12	61,4	1,42

### **III 2.3 Радиоактивность рогоза и лишайника.**

#### **ОПЫТЫ: 7п-1; 7п-2; 7п-3**

#### **Опыт 7п-1 Радиоактивность рогоза осенью 2006г**

***Осушительная система, п. Колодезский, к-з «Комсомолец», Ново-выбыковского р-на. (Обследование 20.09.06г).***

*Исходные данные опыта 7п-1.*

Отбор проб проводился осенью 2006г на магистральном канале 1.7.5-ГД, ПК5+70 существующей осушительной системе.

Место расположения точки отбора проб (створ –А; точка 1') представлено на **Рис. 2.6п.1**, (см. Часть III.2.1, опыт 6п).

В точке – 1' производился отбор проб растений рогоза и проб илистых отложений.

- Растение рогоза вырезалось с места его произрастания, вместе с корнями и илом, штыковой лопатой на глубину 10-15см.

- Корни рогоза, с налипшим илом, отделялись от общей массы растения (на высоту 30 см от поверхности илистых отложений), прямо на берегу канала.

Растения рогоза и отрезанные корни, с налипшим илом, упаковывались в отдельные полиэтиленовые мешки.

- Дополнительно, производился отбор илистых отложений с дна канала, на расстоянии 1-1,5м от места отбора растений рогоза, тоже с глубины 10-15 см.

- Проба текущей воды в канале 1.7.5-ГД отбиралась в 1,5л пластмассовый сосуд с крышкой. Воду отбирали чистой с поверхности водотока черпаком.

- Проба воды, стекающая с корней рогоза с налипшим илом, собиралась в лабораторных условиях из упаковочных полиэтиленовых мешков.

*Цель проведения опыта 7п-1.*

1. Проверка распределения цезия-137 по высоте растения и его корням в осенний период 2006года, проводилась для проб в абсолютно сухом состоянии.
2. Изучить влияние рогоза на очищение воды в каналах от радионуклидов цезия-137.
3. Проверка радиоактивности текущей воды в канале.

*Условия проведения опыта 7п-1.*

Подготовка отобранных проб растений рогоза, ила и воды из канала к радиометрическим измерениям на радиометре РУБ-01П6, проводилась в определенной последовательности для каждой из них.

1. Вода из канала 1.7.5-ГД (текущая).

- Проба воды объемом 1,5л, до начала радиометрических измерений, хранилась в комнатных условиях – 35 суток, в закрытом пластмассовом сосуде.

- Для определения активности, проба воды взбалтывалась методом перелива и встряхивания в закрытом сосуде, в течении одной минуты, непосредственно, перед заполнением измерительного контейнера – кюветка «Маринелли».
- Навеска воды, массой 300г, контролировалась путем взвешивания на весах с точностью до 0,01г.

## 2. Вода стекающая с корней рогоза.

- Вода очень мутная, объемом 1л, собрана в лабораторных условиях из полиэтиленовых мешков, в которые были упакованы корни рогоза с налипшим к ним илом.
- Собранная мутная вода хранилась в комнатных условиях, в пластмассовой емкости с плотно закрывающейся крышкой, в течении одних суток.
- Через сутки, для определения активности пробы, эту мутную воду взбалтывали, встряхивая в закрытом пластмассовом сосуде в течении одной минуты, непосредственно, перед заполнением измерительного контейнера.
- Навеска мутной воды-300г, после определения активности, возвращалась в пластмассовый сосуд для отстаивания и оседания мути на дно.
- Через 10 суток отстоя, верхний слой воды сливался через отверстие в стенке пластмассового сосуда, проколотого на 1 см выше верхней границы осадка.

Слитая вода, после отстоя, стала прозрачной, слегка желтого цвета.

- Для определения активности отстоявшейся воды, слив производился, непосредственно, перед заполнением измерительного контейнера – кюветка «Маринелли». Масса навески 300г.

## 3. Пробы илистых отложений с dna канала и с места произрастания рогоза, отобранные в верхнем – 10 см слое илистых отложений.

- Ил, с места произрастания рогоза, собрали в лабораторных условиях при освобождении корней рогоза от налипшего на них ила. Общая масса собранного ила с корней рогоза – 2,5кг, во влажном состоянии.
- Проба ила с dna канала, на расстоянии 1-1,5м от места произрастания рогоза, отбиралась во влажном состоянии массой 3кг.
- Пробы ила подсушивались при комнатной температуре в течении 4-х суток и 2-х суток на электрокалорифере.
- Высушенные пробы ила подвергались охлаждению в комнатных условиях, в течении 2-х суток, в плотно закрытых полиэтиленовых мешках.
- Для определения активности, пробы ила измельчались, просеивались через сито 1мм. Каждая проба тщательно перемешивалась в течении одной минуты, в закрытом пластмассовом мешке, перед засыпкой в измерительный контейнер-кюветка «Маринелли», масса каждой навески – 200г.

## 4. Стебли и корни рогоза.

- Отобранные стебли рогоза, общей длиной в основном 210 см, в лабораторных условиях разделялись на части:  
30см от корня – толстый надводный стебель;  
от 30 см до 80 см – листья рогоза, скрученные в толстый стебель;  
от 80 см до 210 см – листья рогоза.

- Корни рогоза, освобожденные от налипшего ила, разделялись на корни «живые» - 2006г (белого цвета) и корни прошлогодние – 2005г, не перегнившие (темно-коричневого цвета).

Корни и толстый стебель рогоза (30 см от корня) промывались под проточной водой от остатков ила.

- Стебель и корни рогоза, разделенные на части, подвергались воздушной просушке в комнатных условиях в течении 5-7 суток.

- Подсушенные части корней и стебля рогоза разрезались на кусочки 0,5-1 см.

- После измельчения, каждая часть рогоза высушивалась отдельно на электрокалорифере в течении 3-5 суток.

- Каждая, высушенная часть рогоза измельчалась **на электро-мельнице**. В измельченном состоянии рогоз сильно распушился, увеличился в объеме.

- Для определения активности сухая, измельченная проба засыпалась в измерительный контейнер – кюветка «Маринелли» с навеской для корней – 30г, для стеблей – 50г.

Результаты радиометрических измерений удельной активности проб воды, ила и всех частей рогоза приведены в **таблице 2.7п-1.1.**

#### *Вывод к опыту 7п-1.*

Радиоактивность по высоте рогоза не одинакова. В верхней части в листьях – в 1,5 раза меньше, чем в нижней части стебля.

- Удельная активность рогоза по его высоте от поверхности ила до кончиков листьев в осенний период находится соответственно в пределах 160, 72, 93 Бк/кг.

- Удельная активность «живых» корней рогоза находится в пределах активности нижней части рогоза – 176 Бк/кг.

- Удельная активность отмерших корней рогоза находится в пределах активности ила – 329 Бк/кг.

- Удельная активность воды в канале меняется в зависимости от ее мутности в широких пределах.

- Рогоз создает подпор и тем самым способствует оседанию радионуклидов на дно водотока и очищению воды.

- Большая транспирационная способность рогоза, благодаря обилию зеленой массы, способствует удалению радионуклидов через устьица растения.

Таблица 2.7п-1.1 –Распределение активности цезия по высоте рогоза осенью 2006г.

Дата определения активности.	Пробы ила, рогоза и воды.	Радиационный фон. МкР/ч	Общая масса пробы. г	Активность сухой пробы			
				Масса навески. г	Фон Бк	Отсчет Бк	Удельная активность. Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Центральный канал 1.7.5-ГД, ГК 5+07, отбор в т. 1</b>							
<b>Илистые отложения</b>							
30.10.06	Ил-1 собранный с корней рогоза (с растит. остатками и ракушками). Слой 0-15 см.	17	740	200	68,6		350
5.10.06	Ил-2 – с дна канала (серый плотный как пластилин). Слой 0-15 см.	17	1000	200	68,6	110	210
<b>Корни рогоза отбирали из Ил-1</b>							
7.10.06	Прошлогодние – 2005г (неперегнившие, т-коричневые).	17	34	30	68,6	78,5	329
25.10.06	Корни -2006г (живые – белые).	17	78	50	68,1	76,9	176
<b>Стебли рогоза по высоте растения.</b>							
6.10.06	30см от корня, (толстый стебель).	17	30	30	68,6	73,5	160
23.10.06	-30÷80 см (листья скрученные в стебель).	17	168	50	68,1	71,7	72
24.10.06	Рогоза -80÷210 см (раздельные листья).	17	172	50	68,1	72,7	93
<b>Вода из канала.</b>							
	Вода стекла с корней рогоза:						
21.09.06	Мутная вода.		1000	300	68,1	80,1	39,90
2.10.06	Отстаивалась 10 сут.		1000	300	69,5	71,23	5,8
26.10.06	Вода из канала ГД текущая.	17	1500	300	67,4	68,1	2,3

**Опыт 7п-2 Радиоактивность рогоза летом 2007г**  
**Осушительная система, п. Колодезский, к-з «Комсомолец», Ново-  
возыбковского р-на. (Обследование 7.06.07г).**

*Исходные данные опыта 7п-2.*

Отбор проб рогоза, ила проводился в начале лета 2007г, на той же существующей осушительной системе и на том же магистральном канале 1.7.5-ГД, ГК5+70, на правом берегу, что и осенью прошедшего 2006 года.

Место расположение точек отбора проб рогоза (створ –А; точка 1') представлено **на Рис. 2.6п.1, (см. Часть III.2.1, опыт 6п).**

Установить на местности точное положение точек, прошлогоднего отбора, не удалось, т.к. все перерыто кротами и на бровке канала сплошные кротовины.

В намеченном месте в точке 1', в 0,5-1м от точки 1, производился отбор проб новых растений рогоза, проб воды и илистых отложений.

- Высота, новых зеленых растений, рогоза в начале лета 2007г – 179 см, стебли и корни новых и прошлогодних растений, рогоза перепутались между собой.

Отбор рогоза производился вместе с новыми и старыми растениями, новых корней мало, не выросли еще, апрель и май 2007г были жаркие и сухие.

Разделение, новых стеблей и корней рогоза, от прошлогодних, производилось в лабораторных условиях.

Принцип и способ отбора растения и корней рогоза применялся тот же, что в опыте 7п-1 осенью 2006г.

- Проба текущей воды в канале 1.7.5-ГД отбиралась в пластмассовые емкости с крышками, объемом -1л.. Воду отбирали, чистую с поверхности водотока, черпаком.

*Цель проведения опыта 7п-2.*

1. Проверка распределения радиоактивности по высоте растения и его корням в летний период 2007 года, в зеленой и сухой массе.
2. Проверка радиоактивности текущей воды в канале в начале лета, с учетом того, что апрель и май 2007г были жаркие и сухие.

*Условия проведения опыта 7п-2.*

Подготовка отобранных проб растений рогоза, ила и воды из канала, к радиометрическим измерениям на радиометре РУБ-01Пб, проводилась в определенной последовательности для каждой из них, аналогично той, что применялась в опыте 7п-1.

1. Вода из канала 1.7.5-ГД (текущая).  
- Проба воды объемом 1,0л, до начала радиометрических измерений, хранилась в комнатных условиях – 4 суток, в закрытом 1,0 л пластмассовом сосуде.

- Проверка активности пробы воды проводилась в измерительном контейнере – кюветка «Маринелли» с навеской 200г. Навеска контролировалась путем взвешивания на весах с точностью до 0,01г.

2. Проба ила собрана с корней рогоза, в виде осадка в сосуде для промывке корней от ила. Ила было мало, он был опутан новыми, прошлогодними корнями и полуотмершими стеблями старого рогоза. Общая масса пробы ила в сухом виде – 500г.

3. Стебли и корни рогоза.

- Новые зеленые стебли рогоза отделялись от прошлогодних (белесо-коричневых). Отобранные зеленые стебли рогоза общей длиной 179 см разрезались на части:

30см от корня – толстый надводный стебель;

от 30 см до 80 см – листья рогоза, скрученные в толстый стебель;

от 80 см до 179 см – листья рогоза.

- Корни рогоза, освобожденные от полуотмерших стеблей рогоза и налипшего ила, при помощи промывки водопроводной водой в специальной емкости, разделялись на пробы:

Корни «живые» - 2007г (белого цвета) двух видов: толстые  $d=1\div 1,5$  см, и тонкие  $d=0,1\div 0,3$ см.

Корни прошлогодние – 2006г неперегнившие (темно-коричневого цвета).

Корни рогоза и толстый стебель (30 см от корня) – промывались под проточной водой от остатков ила.

- Для определения активности зеленая часть рогоза и корни, в состоянии естественной влажности, подвергались воздушной просушке в течении одних суток. Подсушенные части стебля рогоза измельчались, разрезались на кусочки 0,5-1,0см.

- После определения активности зеленой массы рогоза, каждая проба корней и измельченного стебля рогоза подвергалась дополнительной воздушной просушке 7-10 суток.

- Через 7-10 суток каждая часть стеблей и корней рогоза сушилась на электрокалорифере в течении 3-5 суток.

- Для определения активности, высушенная проба подвергалась охлаждению в комнатных условиях в течении 2-х суток.

Активность определялась в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли» с навеской для корней -30г, для стеблей – 50г.

Результаты радиометрических измерений проб зеленой и сухой массы рогоза, проб ила и воды приведены в таблице 2.7п-2.1.

#### 4. *Отдельный опыт – «замочка сухого рогоза».*

*Цель опыта.*

- Установить происходит ли вымыв цезия-137 из сухих листьев рогоза, после намочения высохшего рогоза.

### *Исходные данные.*

Для опыта отбиралась зеленая, листовая часть растения – «рогоз 80-179см», естественной влажности, массой – 100г.

Для замочки сухого рогоза использовалась дистиллированная вода.

Замочка сухого рогоза производилась в пластмассовой кюветке емкостью – 1л с использованием тонкого полиэтиленового пакета.

### *Порядок проведения опыта.*

#### 1. Определение первоначальной активности отобранной пробы, зеленой листовой части рогоза, на радиометре РУБ-01Пб:

- зеленые листья рогоза, естественной влажности, измельчаются, режутся на кусочки 0,5-1 см;
- подготовленная проба из зеленых листьев рогоза засыпается равномерным слоем в измерительный контейнер – кюветка «Маринелли», масса навески 100гр;
- поверхность, засыпанной пробы, разравнивается встряхиванием и покачиванием кюветки по кругу 5-10 раз и уплотняется методом постукивания дном кюветки 210 раз о пачку газет слоем – 1 см. Глубина засыпанной пробы – 5,7см;
- первоначальная удельная активность засыпанной пробы массой 100г, естественной влажности – 16,2 Бк/кг, см. таблицу 2.7п-2.1.

#### 2. Сушка подготовленной пробы из зеленых листьев рогоза:

- проба массой 100г, естественной влажности, подвергается воздушной сушке в комнатных условиях, в течении 5 суток;
- через 5 суток проба досушивается на электро-калорифере в течении 2-х суток;
- масса высушенной пробы уменьшилась в 3 раза, и стала равной 31,0г;

#### 3. Замочка высушенной пробы массой 31г:

- для замочки использовали дистиллированную воду массой – 400г;
- сухую пробу массой – 31г, в полиэтиленовом мешке, поместили в пластмассовую кюветку емкостью 1,0л и залили 400г воды, прямо, в полиэтиленовый мешок. Мешок завязали и пригрузили, чтобы листья не всплывали;
- замочка продолжалась – 2 часа, через 2 часа сухие листья отмокли и немного осели, т.е. набухли;
- замоченную пробу отжали и подвергли воздушной просушке в комнатных условиях, в течении 5 часов, пока масса замоченной пробы, из листьев рогоза, стала равной – 100г.

#### 4. Определение активности замоченной пробы массой – 100г:

- приготовленная проба засыпалась ровным слоем в измерительный контейнер – кюветка «Маринелли», разравнивалась и уплотнялась так же, как проба естественной влажности. Глубина засыпанной пробы, после замочки, уменьшилась до 4,7 см.
- Удельная активность пробы, после замочки сухой пробы до уровня первоначальной естественной влажности, составила – 27,47 Бк/кг, что на 11,23 Бк/кг больше первоначальной, см. таблица 2.7п-2.1.

*Вывод к опыту 7п-2.*

1. Изменение слоя, одной и той же пробы в измерительном контейнере, связано с сушкой и последующей замочкой, что повлияло на показатели удельной активности.

Уменьшение объема (глубины слоя пробы в измерительном контейнере) ведет к увеличению показателей удельной активности этой пробы (см. Часть III.1, опыт 8-3).

2. При замочке сухих стеблей рогоза радионуклиды цезия-137 из них не вымываются, они переходят в ил при перегнивании отмерших растений.

3. Рогоз осенью следует скашивать и сжигать на откосе. Весной зола смывается с откосов весенней водой.

4. В летний период активность рогоза значительно выше, чем осенью.

Таблица 2.7п-2.1 –Радиоактивность проб рогоза, ила и воды с осушительного канала. (По материалам обследования 7.06.07г).

Дата определения активности.	Пробы, ила, воды, рогоза.	Общая масса пробы. г	Активность проб.			
			Масса навески. г	Фон Бк	Отсчет Бк	Удельная активность. Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7
Центральный канал 1.7.5-ГД, ПК 5+07, точка 1'						
18.06.07	Ил-1 с корней рогоза слой 0-15 см.	500	200	69,5	139,4	348,5
11.06.07	Вода из канала, текущая; воду не взбалтывали.	1000	200	65,64	64,7	0
11.06.07	Рогоз – 30 см от корня, толстый стебель:					
11.06.07	Естественная влажность.	-	-	-	-	-
27.06.07	Сухой.	50	50	65,64	70,2	91,2
Рогоз - 30÷80см. Листья скрученные в стебель:						
11.06.07	Естественная влажность.	560	100	65,64	67,15	15,1
20.06.07	Сухой.	75,8	50	65,64	71,1	109,2
Рогоз-80-179 см. Раздельные листья:						
11.06.07	Естественная влажность.	404	100	65,64	67,26	16,2
25.06.07	Сухой.	116,4	50	65,64	70,99	107,1
Корни прошлогодние 2006г, неперегнившие и растит остатки из ил-1; темно-коричневые.						
4.07.07	Сухие.	50	50	69,5	92,5	461
Корни живые – 2007г. Толстые, белые:						
30.06.07	Сухие.	50	50	65,64	73,15	170,2
Корни живые – 2007г. Тонкие d=0,1-0,3 см, белые:						
30.06.07	Сухие.	50	50	65,64	77,13	230,0
Сухой рогоз 80-179 см массой 31г замочили дистиллированной водой до общего веса 100г.						
26.06.07	Замочен до естественной влажности.	100	100	65,64	68,39	27,4

**Опыт 7п-3 Радиоактивность лишайника в осенне – зимний период 2006г. В п. Кокино, Выгоничского района, Брянской области. (Сбор 13.12.07г).**

*Исходные данные опыта 7п-3.*

Сбор лишайника проводился в начале зимы 2007г со стволов и толстых ветвей деревьев (вековая липа), в аллее парка пос. Кокино. Лишайник собирали тупым скребком с деревьев, на высоте 1-2,0 м от поверхности земли.

Лишайник покрывал кору деревьев пятнами, в виде кустиков высотой 2-5 см, серебристо-салатового цвета. Общая масса собранного лишайника в состоянии естественной влажности – 170г.

Под деревьями, покрытых лишайником, произведен отбор пробы почвы из верхнего 10 см слоя, общей массой в состоянии естественной влажности – 800г.

Климатические условия в дни сбора и на кануне сбора лишайника характеризуются сухим, теплым периодом с постоянной температурой ( $-2^0 \div +2^0$ ), осадки отсутствовали в любом виде.

*Цель проведения опыта 7п-3.*

Проверка загрязненности внешней среды парка цезием-137, с помощью лишайника – как растения индикатора. Лишайник впитывает радионуклиды из окружающего воздуха.

*Условия проведения опыта 7п-3.*

Подготовка отобранных проб лишайника и почвы из парка, к радиометрическим измерениям на радиометре РУБ-01Пб, проводилась в определенной последовательности для каждой из них.

1. Лишайник в состоянии естественной влажности массой 170г измельчен, порезан на кусочки в виде полосок 0,3x1,5 см и разделен на две пробы:

**проба 1** массой 100г, **проба 2** массой 70г.

- Перед определением активности, лишайник подвергли просушке в комнатных условиях в течении 2-х часов, для получения более равномерной влажности каждой из проб.

- Подготовленные пробы лишайника (1 и 2), в состоянии естественной влажности, поочередно засыпались равномерным слоем в измерительный контейнер – кюветка «Маринелли», массой 100г и 70г.

- Поверхность, засыпанной пробы в кюветке, разравнивалась покачиванием и вращением по кругу 5-10 раз и уплотнялась методом постукивания дном кюветки о пачку газет – 210 раз. Навеску массой – 100г сверху дополнительно слегка придавливали, чтобы вся масса вместились в измерительный контейнер. Слой лишайника в измерительном контейнере для пробы массой 100г – 8 см, для пробы 70г – 6,6 см.

- Каждая проба лишайника, после определения активности в состоянии естественной влажности, подвергалась воздушной сушке в комнатных условиях, в течении 3 суток.

- Через 3 суток, пробы досушивались на нагревательных электроприборах с открытой поверхностью, в течении 2-х суток.

Масса высушенных проб уменьшилась почти в 2 раза и составляла для **пробы 1–59,9г; для пробы 2– 43,75г.**

- Для определения активности проб лишайника в сухом состоянии, каждая приготовленная проба поочередно засыпается ровным слоем в измерительный контейнер-кюветка «Маринелли» разравнивается и уплотняется так же, как в состоянии естественной влажности.

Слой сухого лишайника для **пробы 1** – 5,0 см и **пробы 2** – 4,8 см.

Удельная активность лишайника для проб 1 и 2 в состоянии естественной влажности почти в 4 раза меньше, чем для проб в сухом состоянии.

2. Почва из-под деревьев покрытых лишайником.

Проба почвы отбиралась в весенний период 2007 года. Общая масса высушенной пробы почвы – 600г.

Для определения активности проба высушена, измельчена и просеяна через сито с ячейками 1 мм. Активность определена в измерительном контейнере «Маринелли», с навеской массой 200г.

Результаты радиометрических измерений для проб лишайника и почвы приведены в **таблице 2.7п-3.1.**

Таблица 2.7п-3.1 –Радиоактивность проб лишайника, собранного с деревьев 13.12.07г, и почвы под этими деревьями. (Зона отбора проб не радиоактивная).

Дата определения активности.	Пробы грунта и лишайника.	Общая масса пробы. г	Радиоактивность проб.			
			Масса навески. г	Фон Бк	Отсчет Бк	Удельная активность. Бк/кг
1	2	4	5	6	7	8
10.05.07	Грунт из парка БГСХА, из кротовин (сухой измельченный сито 1 мм)	600	200	70,2	116,2	230
	Лишайник, навеска 1:					
14.12.07	Естественной влажности.	100	100	63,5	64,9	14,4
20.12.07	Сухой.	59,9	59,9	63,5	56,86	39,4
	Лишайник, навеска 2.					
14.12.07	Естественной влажности.	70	70	63,5	64,3	11,4
20.12.07	Сухой.	43,75	43,75	63,5	65,44	44,3

**III 2.4 Радиоактивность верхнего слоя почвы после Чернобыльской аварии на смежных землях орошаемых и неорошаемых участков.**  
**ОПЫТЫ: 10п; 15п; 17п.**

**ОПЫТ 10П** *Изменение радиоактивности в верхнем 10 см слое почвы на орошаемом овощном участке ОПХ «Волна революции», п. Глыбочко, Новозыбковского р-на. (Обследование территории на 30.08.07г).*

*Исходные данные опыта 10п.*

Общая поливаемая площадь овощного участка составляла 20га, вместо проектной -50га. Полив участка – 20га организован с 1970г до 1991г и осуществлялся из пруда.

Вода подавалась передвижной насосной станцией по разборному трубопроводу. Дождевальное устройство ПЗТ-67 (как по проекту).

По утверждению бригадира-овощевода: овощи поливались обильно, регулярно; вносились аммиачные и калийные удобрения; проводилось известкование почв.

С 1991г выращивание овощей прекратилось из-за трудностей со сбытом продукции.

Границы поливаемого овощного участка уточнялись на месте с участием агронома ОПХ «Волна революции» Иванишко Ю.А. и бригадира –овощевода Очкановой Т.Ф.

Орошаемый участок расположен на водораздельной площади, понижающейся к двум существующим ручьям, спрямленным и отрегулированным осушительными каналами, впадающими в пруд.

Восточная граница орошаемого участка примыкает к асфальтированной дороге в насыпи высотой 1м. Эта насыпь, на данном участке, выполняет роль снегозадерживающего вала.

Полоса 15-20 м вдоль дороги не поливалась и до 1991г, там выращивали культуры не требовательные к поливу (укроп, салат ...). На противоположной стороне дороги, в момент обследования произрастал кустарник узкой полосой.

На период обследования 30.08.07г с/х –использование земель на обследуемом участке представлено:

- за дорогой – дикий луг;
- на бывших поливаемых землях – зерновые культуры.

До 1991г с/х – использование земель на обследуемом участке было представлено:

- за дорогой – зерновые культуры;
- на поливаемых землях – овощи.

Почвы на обследуемых полях дерново-подзолистые, супесчаные и среднесуглинистые.

Пробы почвы, на проверку радиоактивности, отбирались на бывшей поливаемой площади овощного участка и на неорошаемой, соседней площади, вдоль южной и восточной границы поливаемого овощного участка.

Отбор проб производился, из верхнего 10 см почвенного слоя, штыковой лопатой, строго отмерялась линейкой глубина срезаемого монолита почвы.

Для определения радиационной обстановки (для измерения существующего гамма-фона) на местности намечено 10-ть створов. Гамма-фон измерялся через 20-40 м в каждом створе:

- на бывшей орошаемой площади в створах I ÷ III; V; VII; VIII; IX;
- на неорошаемых площадях в створах IV и VI.

Фон радиационного излучения измерялся в каждой намеченной точке (70 точек) геологоразведочным радиометрическим прибором СРП-68-01, на высоте 30 см от поверхности земли.

Отбор проб почвы производился в тех же точках, в которых измерялся гамма-фон:

- на орошаемых землях в створах I; V; VII; VIII; IX., в 20 точках;
- на неорошаемых землях в створе VI, в 13 точках.

На орошаемом участке, со стороны асфальтированной дороги, пробы отбирались на расстоянии 8м от нее, придерживаясь середины неполиваемой 15м полосы.

Точка 6 (створ I), точка 15 (створ VI), точка 5 (створ IX) расположены на самых высоких отметках обследуемого участка.

Расположение намеченных створов, точек отбора проб почвы и точек замера фона существующего радиационного излучения представлено на схеме, **см. Рис. 2.10п.**

#### *Цель проведения опыта 10п.*

Изучить влияние регулярных поливов в течении 5 лет, после аварии на ЧАЭС, на изменение радиоактивности в верхнем 10 см слое почвы, на орошаемых землях по сравнению с активностью на землях неорошаемых ни до-ни после аварии.

#### *Условия проведения опыта 10п.*

Пробы почвы отбирались в виде монолита глубиной 10 см, не срезая растительного слоя. Общая масса каждой пробы в состоянии естественной влажности 1 ÷ 3 кг.

Подготовка отобранных проб почвы, к радиометрическим измерениям на радиометре РУБ-01Пб, проводилась в определенной последовательности для каждой из них:

- отобранные пробы почвы хранились, в состоянии естественной влажности, в плотно-закрытых полиэтиленовых мешках, в комнатных условиях не более 10 суток;

- через 10 суток хранения, проба извлекалась из полиэтиленового мешка, монолит разрыхлялся, отделялись грубые корни и растительные остатки, хорошо перемешивалась в просторном сосуде совком в течении 5 минут и фиксировалась общая масса пробы почвы, в состоянии естественной влажности;

- пробы почвы, массой 400г, засыпались слоем 2-3 см в одинаковые пластмассовые кюветки и отправлялись для сушки на электрокалорифере на 2-е суток;

- после сушки, пробы подвергались охлаждению в течении 2-х суток, в плотно-закрытых полиэтиленовых мешках, в комнатных условиях;

- для определения активности, перед засыпкой пробы в измерительный контейнер-кюветка «Маринелли», пробу измельчали, просеивали через сито 1 мм без остатка, фиксировали массу высушенной пробы и хорошо перемешивали.

Навеска пробы массой – 200г контролируется на весах с точностью до 0,01г.

После проверки активности каждая сухая проба почвы хранилась в плотно закрытом полиэтиленовом мешке, в комнатных условиях, в течении семи месяцев с 8.10.07г до 28.04.08г.

Через семь месяцев, некоторые, пробы почвы вновь подвергли проверке на активность цезия-137.

Количество проверяемых проб и место их расположения на исследуемой площади, выбирались произвольно: три точки на поливаемых землях с 1970г до 1991г; четыре точки на землях неполиваемых.

Активность для всех выбранных 7-ми точек проверялась для 2-х вариантов влажности:

- влажность проб почвы, установившаяся при хранении в полиэтиленовых мешках, в течении 7-ми месяцев, в комнатных условиях;

- пробы грунта подверглись вновь сушке в течении 2-х суток в термостате, с последующим охлаждением в комнатных условиях, в течении 2-х суток.

Характеристика активности почвы по точкам отбора для проб на поливаемых и на неполиваемых землях, после аварии на ЧАЭС, представлена в **таблице 2.10п.1.**

Характеристика изменения активности проб почвы, проверенных после хранения их в полиэтиленовых мешках, в комнатных условиях, в течении 7-ми месяцев с 8.10.07г до 28.04.08г, представлена в **таблице 2.10п.2.**

### *Выводы к опыту 10п.*

По состоянию на 3.10.07г на ежегодно распахиваемых землях водораздельного участка сложилась следующая обстановка по активности цезия-137 в верхнем 10 см слое почв (через 21 год после Чернобыльской аварии):

1. На землях регулярно поливаемых, после аварии на ЧАЭС, в течении 5-ти лет, удельная активность почв в верхнем 10-см слое меньше, чем на прилегающих неполиваемых вдоль северной границы орошаемого овощного участка, расположенных вдоль склона водораздельного участка, на 274 Бк/кг.

2. На 15-ти метровой неполиваемой полосе овощного участка, вдоль асфальтированной дороги в насыпи, расположенной у подножья склона водораздельного участка, средняя удельная активность почв меньше, чем даже на поливаемом овощном участке на 169 Бк/кг.

3. В понижениях на местности (как подтверждают опыты – 1п, 3п ...) происходит накопление цезия-137 из-за склоновой эрозии, особенно на распаханых склонах. На 15-ти метровой полосе ежегодные скопления цезия-137, вымывались талыми водами от снега, который задерживается вдоль полотна дорожной насыпи. Дорога построена в 1970г, до Чернобыльской аварии на ЧАЭС.

4. Повторная проверка активности проб почвы для 7-ми произвольно выбранных точек, после хранения подготовленных проб в течении 217 суток, показала, что при изменениях влажности пробы показатели активности ее уменьшаются.

Удельная активность проб почвы, после хранения в комнатных условиях, в течении 217 суток – уменьшилась в среднем на 76 Бк/кг, для подсушенных проб после

хранения 217 суток – уменьшение составило только – 45,8 Бк/кг см. таблицу 2.10п.2.

Естественный распад за 217 суток определенный по расчетной формуле радиоактивного полураспада составил – 27 Бк/кг.

$$N_t = N_0 \cdot \exp \frac{-0,693t}{T_{1/2}}, \text{ где}$$

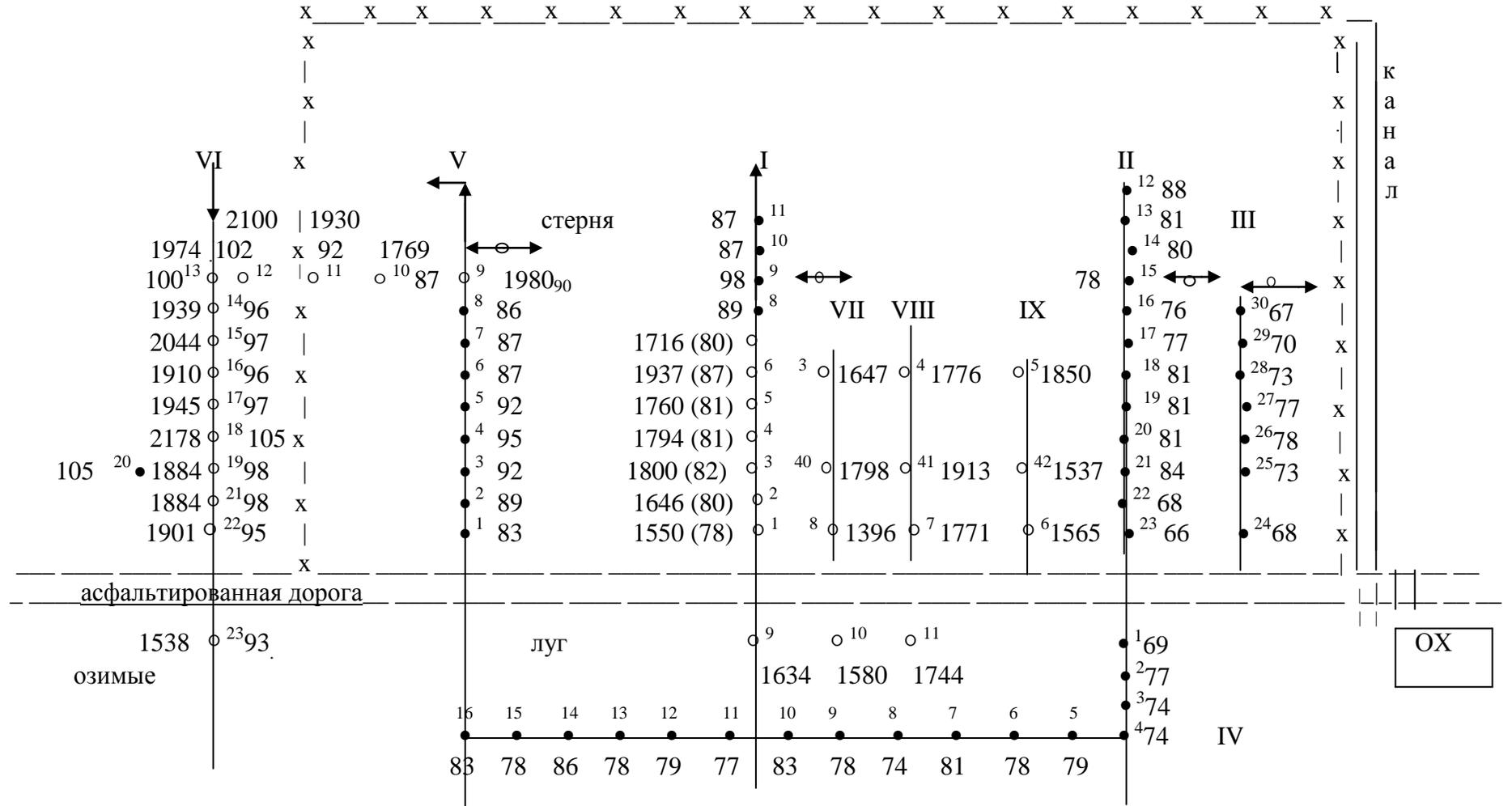
$N_0 = 1974$  Бк/кг;  $t=217$  сут;  $T_{1/2} = 30,17$  лет.

$$N_t = 1974 \cdot \text{Бк/кг}$$

$$217 \text{ сут} = 0,5945 \text{ года}$$

$$N_t = 1974 \exp \frac{-0,693 \cdot 0,5945}{30,17} = 1974 \exp(-0,01365) = 1974 \cdot 0,986 = 1947 \text{ Бк/кг}$$

$$1974 - 1947 = 27 \text{ Бк/кг}$$



**Рис. 2.10п. Отбор проб почвы на проверку радиоактивности на овощном участке, орошаемого с 1970г до 1991г., на землях ОПХ «Волна Революции», на 3 октября 2007г.**

\_\_\_ x \_\_\_ граница орошаемого участка - 20 га,

1884 •<sup>19</sup><sub>98</sub> – точка отбора проб: (ее номер, радиационный фон в МкР/ч и удельная активность пробы почвы в Бк/кг).

I ÷ VIII – номера створов отбора проб.

Таблица 2.10п.1 – Активность проб почвы на орошаемых и не орошаемых землях ОПХ «Волна революции» после Чернобыльской аварии по данным обследования на 3.10.07г.

Дата определения активности.	Створ отбора проб			Точка отбора пробы		Радиационный фон. МкР/ч	Масса пробы			Активность сухой пробы				
	Отметка о поливе, с/х использовании	№ створа	Начало створа	Расст. между точками. м	№		Общая, естественной влажности. г	В т.ч. на сушку		Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг
								Мокрая. г	Сухая. г					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Середина орошаемого овощ. участка, в плане под прямым углом к асфальтированной дороге.														
	Нет полива		за дорог.		9	-	3806	400	375	200	50,55	65,1	390,5	1627
		I	асф. дор.	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.10.07	Полив.			+10	1	78	2356	400	344	200	48,25	65,1	375	1550
8.10.07	Стерня зерновых.			+20	2	80	2860	400	345	200	46,45		394,2	1646
8.10.07				+20	3	82	2386	400	344	200	46,15		425,1	1800
8.10.07				+20	4	81	2536	400	336	200	46,85		424	1794
8.10.07				+20	5	81	2670	400	342	200	46,75		417	1760
8.10.07			водораздел.	+20	6	87	2280	400	340	200	46,85		452,5	1937
9.10.07				+20	7	86	2050	400	350	200	48,05		408,3	1716
9.10.07				+20	8	89	-	-	-	-	-	-	-	-
9.10.07			эл. столб	+20	9	91	-	-	-	-	-	-	-	-
9.10.07				+20	10	87	-	-	-	-	-	-	-	-
9.10.07				+20	11	82	-	-	-	-	-	-	-	-
Вдоль сбросного канала в 50 м от него, в плане под прямым углом к асфальтированной дороге.														
		II	в поле	0	12	83								
	Полив.			+20	13	81								
	Стерня.			+20	14	80								
	Зерновые.		эл. столб	+20	15	78								
			эл. столб	+20	16	76								
				+20	17	77								
				+20	18	81								
				+20	19	81								
				+20	20	81								
				+20	21	84								
				+20	22	68								
				+20	23	66								
			асф. дор	+10	0	-								
Вдоль сбросного канала, в 20 м от него, в плане под прямым углом к асфальтированной дороге.														
		III	асф. дор	0	-	-								
	Полив.			+3	24	68								

продолжение таблицы 2.10п.1														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Стерня.			+40	25	73								
	Зерновые.			+20	26	78								
				+20	27	77								
				+20	28	73								
				+20	29	70								
				эл. стаб	30	67								
Вдоль асфальтированной дороги, в 40 м от нее.														
		IV	асф. дор	0										
	Нет полива			+20	1	69								
	Стерня.			+20	2	77								
	Зерновые.			+20	3	74								
			поворот 90 <sup>0</sup>	+20	4	74								
				+20	5	75								
				+20	6	78								
				+20	7	81								
				+20	8	74								
				+20	9	78								
				+20	10	83								
	Нет полива	IV	-	+20	10	83	-							
	луг			+20	11	77	-							
				+20	12	79	-							
				+20	13	78	-							
				+20	14	86	-							
				+20	15	78	-							
				+20	16	83	-							
В 20 м от северной границы орошаемого участка, под прямым углом к асфальтированной дороге.														
	Полив.	V	асф. дор	0	-	-	-							
	Стерня.			+10	1	83	-							
	Зерновые.			+20	2	89	-							
				+20	3	92	-							
				+20	4	95	-							
				+20	5	92	-							
				+20	6	87	-							
				+20	7	86	-							
				+20	8	86	-							
9.10.07		эл. столб	поворот 90 <sup>0</sup>	+20	9	90	1850	400	338	200	47,8	65,1	461	1980
9.10.07				+20	10	87	2200	400	336	200	46,85		418,7	1768
9.10.07				+20	11	92	1910	400	340	200	41,05		450,5	1930
9.10.07				+20	12	102	2520	400	346	200	46,93		485,2	2100
В 40 м от створа V, в плане под прямым углом к асфальтированной дороге.														

продолжение таблицы 2.10п.1														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8.10.07	Нет полива	VI	поле	0	13	100	1434	400	348	200	49,75		459,9	1974
8.10.07	Стерня.			+20	14	96	2250	400	350	200	49,05		452,8	1939
8.10.07	Зерновые.			+20	15	100	2166	400	350	200	51,05		473,9	2044
9.10.07				+20	16	97	1900	400	340	200	48,7		449,9	1910
8.10.07				+20	17	96	1718	400	354	200	50,15		454	1945
10.10.07				+20	18	105	1790	400	348	200	48,35		500,6	2178
10.10.07				+20	19	98	2430	400	358	200	49,75		441,9	1884
	Точки нет в створе				20	105	-	-	-	-	-	-	-	-
10.10.07				+20	21	98	750	400	354	200	49,73		442,0	1884
10.10.07				+20	22	95	970	400	358	200	52,95		445,0	1901
			асф. дор	+10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.10.07	озимые		за дор.	+20	23	83	960	400	356	200	51,35		371,4	1532
В 20 м от створа I, в плане под прямым углом к асфальтированной дороге.														
18.09.07	Полив.	VII	в поле	-	3	-	2106	400	374	200	51,15	65,1	394,5	1647
10.10.07	стерня, зернов.			+60	40	-	2770	400	350	200	47,27		424,8	1798
13.09.07				+40	8	-	2412	400	368	200	50,35		344,3	1396
			асф. дор	+10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.09.07	луг		за дорог.	+20	10	-	3860	400	376	200	51,95		380,8	1580
В 40 м от створа VII, в плане под прямым углом к асфальтированной дороге.														
18.09.07	полив	VIII	в поле	-	4	-	3492	400	374	200	49,85	65,1	417,6	1766
10.10.07	стерня, зернов			+60	41	-	2690	400	350	200	46,38		447,6	1913
18.09.07				+40	7	-	2572	400	376	200	51,65		419,4	1771
			асф. дор	+10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.09.07	луг		за дорог.	+20	11	-	4630	400	376	200	51,86		413,9	1744
В 40 м от створа VIII, в плане под прямым углом к асфальтированной дороге														
18.09.07	полив	IX	в поле	-	5	-	3982	400	372	200	49,45	65,1	432,5	1850
10.10.07	стерня, зернов			+60	42	-	2990	400	350	200	47,69	65,1	372,6	1537
18.09.07				+40	6	-	4445	400	365	200	50,35	65,1	377,6	1563
			асф. дор	+10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
средняя удельная активность: поливаемые земли														1740
не поливаемые земли														1971

Таблица 2.10п.2- Изменение удельной активности проб почвы после хранения их в течении 7 - ми месяцев в комнатных условиях в полиэтиленовых мешках.

Дата определения активности.	Створ отбора пробы			Точка отбора пробы		Масса пробы			Активность сухой пробы					
	Отметка о поливе, с/х исполъ.	№ створа	Начало створа	№	Радиационный фон. МкР/ч	Естественная влажность. г	Сухая. г	Изменение. + - г	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Характеристика пробы грунта на 8.10.07г.														
8.10.07	Полив, зерновые	I	асф. дор.	2	80	400	345	55	200	46,75	65,1	394,2	1646	-
		3		82	400	344	56	200	46,15	-	425,1	1800	-	
9.10.07	Полив, зерновые	V	асф. дор.	9	90	400	338	62	200	47,80	-	461,0	1980	-
8.10.07	Нетполива стерня зерновые зерновые	VI	поле	13	100	400	348	52	200	49,75	65,1	459,9	1974	-
				14	96	400	350	50	200	49,05		452,8	1939	-
		15	100	400	350	50	200	51,05		473,9	2044	-		
		17	96	400	354	46	200	50,15		454	1945	-		
Характеристика пробы грунта на 28.04.08г														
Пробы сухого грунта хранились в полиэтиленовых мешках, в комнатных условиях при температуре 23-15 <sup>0</sup> , с 8.10.07г до 28.04.08г (202-суток).														
28.04.08	Полив, зерновые	I	асф. дор.	2	80	345	342	3	200	49,09	65,1	379,9	1574	-72
				3	82	344	341	3	200	49,35	-	414,1	1745	-55
28.04.08	Полив, зерновые	V	асф. дор.	9	90	338	336,5	1,5	200	49,24	-	446,7	1909	-71
28.04.08	Нетполива стерня зерновые зерновые	VI	поле	13	100	348	345	3	200	49,93	65,1	446,6	1908	-66
				14	96	350	343,3	6,7	200	49,85		438,8	1869	-70
		15	100	350	347,4	2,6	200	51,85		449,7	1923	-121		
		17	96	354,0	351,0	3	200	50,85		438,4	1867	-78		
Характеристика пробы грунта на 12.05.08г														
Пробы сухого грунта после 28.04.08г дополнительно просушены в термостате с 7.05.08г до 9.05.08г и охлаждались в полиэтиленовых мешках, в комнатных условиях при температуре 15 <sup>0</sup> , с 10.05.08г до 12.05.08г (2-суток).														

продолжение таблицы 2.10п.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
12.05.08	Полив,	I	асф. дор.	2	80	342	340	-2	200	51,55	65,1	389,1	1620	-26
	зерновые			3	82	341	340	-1	200	50,35	-	423,5	1792	-8
12.05.08	Полив.	V	асф. дор.	9	90	336,5	334,8	-1,7	200	50,65	-//-	454,3	1946	-34
	зерновые													
12.05.08	Нетполива	VI	поле	13	100	345	344	-1	200	50,95	65,1	444,1	1895	-79
	стерня			14	96	343,3	341,6	-1,7	200	50,90		447,5	1912	-27
	зерновые			15	100	347,4	345,7	-1,7	200	53,15		458,7	1968	-76
	зерновые			17	96	351,0	349,5	-1,5	200	52,15		439,9	1874	-71

**ОПЫТ 15п Изменение радиоактивности в верхнем 10 см слое почвы на орошаемом овощном участке СХПК «Решительный», п. Новые Бобовичи, Новозыбковского р-на, Брянской области, построенного в 1980г.**

**(Обследование территории от 26.03.08г).**

*Исходные данные опыта 15п.*

Орошаемый овощной участок, площадью более 50га, расположен рядом с хозяйственным центром бывшего к-за «Решительный» (в настоящее время СХПК «Решительный») и, непосредственно, примыкает на северо-западе к границе яблоневого сада крахмального завода.

Полив овощного участка организован с 1980г до 1995г и осуществлялся из р. Ипуть.

Вода подавалась двумя передвижными насосными станциями – СНП-50/80 первого и второго подъема, по стационарному трубопроводу в железобетонный резервуар и из резервуара по разборному трубопроводу к дождевальному устройству ПЗТ-67 и к дождевальной установке ДДН-70.

По утверждению поливальщика (им проведено 15 поливных сезонов): - Овощи поливались обильно, регулярно и вносились калийные и аммиачные удобрения, и получали хорошие урожаи овощей.

С 1995г колхоз преобразован в СХПК «Решительный» и рабочий персонал сокращен более чем в 20раз и поливы прекратились.

Орошаемый участок, примыкающий к северной границе сада, расположен на площади со значительным уклоном в сторону ложбины, проходящей по окраине населенного пункта. На распаханых полях талыми и дождевыми водами формируется ручейковая эрозия.

В период обследования один из склонов был распахан вдоль существующего уклона поверхности, что повлекло к образованию ручейковой эрозии в настоящем 2008г – малоснежном году, см. **Часть III.2.5, опыт 15п-1.**

В настоящее время, бывший, овощной участок не поливается, на всей площади выращиваются зерновые.

Сад крахмального завода, примыкающий к бывшему поливаемому овощному участку, не орошался ни до 1995г ни после 1995г.

Почвы на обследуемой территории дерново-подзолистые, легкосуглинистые.

В момент обследования дул холодный ветер, выглядывало солнце, земля была сырая, осадки отсутствовали.

Пробы почвы, на проверку радиоактивности, отбирались из верхнего 10 см слоя, штыковой лопатой, строго отмерялась линейкой глубина срезаемого монолита почвы.

Для определения радиационной обстановки на местности намечено шесть створов, для измерения существующего гамма-фона.

Гамма-фон измерялся через 20м в каждом створе, на бывшей орошаемой площади, в створах I, IV, V, VI и на неорошаемой площади, по границе сада в створах II, III.

Фон радиационного излучения измерялся в 31 намеченной точке дозиметром типа ДКГ-03Д «Грач», на уровне поверхности земли.

Пробы почвы, на проверку радиоактивности, отбирались почти во всех точках измерения фона радиационного излучения (30 точек). В точках с повышенной влажностью отбор проб не производился.

Отбор проб почвы производился на орошаемых и неорошаемых землях, со следующим с/х использованием на момент обследования:

створ I – не пахано, прошлогодняя, нескошенная трава высотой 0,5м;

створ II – не пахано, прошлогодняя, нескошенная трава, тропинка по обочине сада;

створ III – между рядами деревьев в саду, покрыт нескошенной прошлогодней травой, кротовинами и кочками;

створ IV – не распахан, стерня скошенной травы;

створ V – всходы озимых;

створ VI – площадь с уклоном, распахана вдоль естественного уклона, нет растительности.

Расположение намеченных створов и точек отбора проб почвы, и точек замера существующего фона радиационного излучения представлено на схеме, **см. Рис. 2.15п.**

*Цель проведения опыта 15п.*

Изучить влияние регулярных поливов, в течении 9 лет после аварии на ЧАЭС, на изменение радиоактивности в верхнем 10 см слое почв орошаемого овощного участка, по сравнению с почвами под неорошаемым садом.

*Условия проведения опыта 15п, аналогичны условиям опыта 10п.*

Характеристика активности почв по точкам отбора проб на поливаемых и неполиваемых землях после аварии на ЧАЭС, представлена **в таблице 2.15п.1**

*Выводы к опыту 15п.*

По состоянию на 26.03.08г на землях используемых под пропашные культуры, регулярно поливаемые и на прилегающих землях под фруктовым садом, регулярно неполиваемых в течении 9-ти лет, сложилась следующая обстановка по активности цезия-137 в верхнем 10 см слое почвы (через 21 год после Чернобыльской аварии):

1. На землях под пропашными культурами, с регулярным поливом в течении 9-ти лет, активность цезия-137 в почве в 2-2,8 раза меньше, чем в почве на землях под фруктовым садом, не поливаемых регулярно в течении 9-ти лет.

2. На участках с уклоном в сторону существующей ложбины, на землях под пропашными культурами с регулярным поливом, активность цезия-137, в

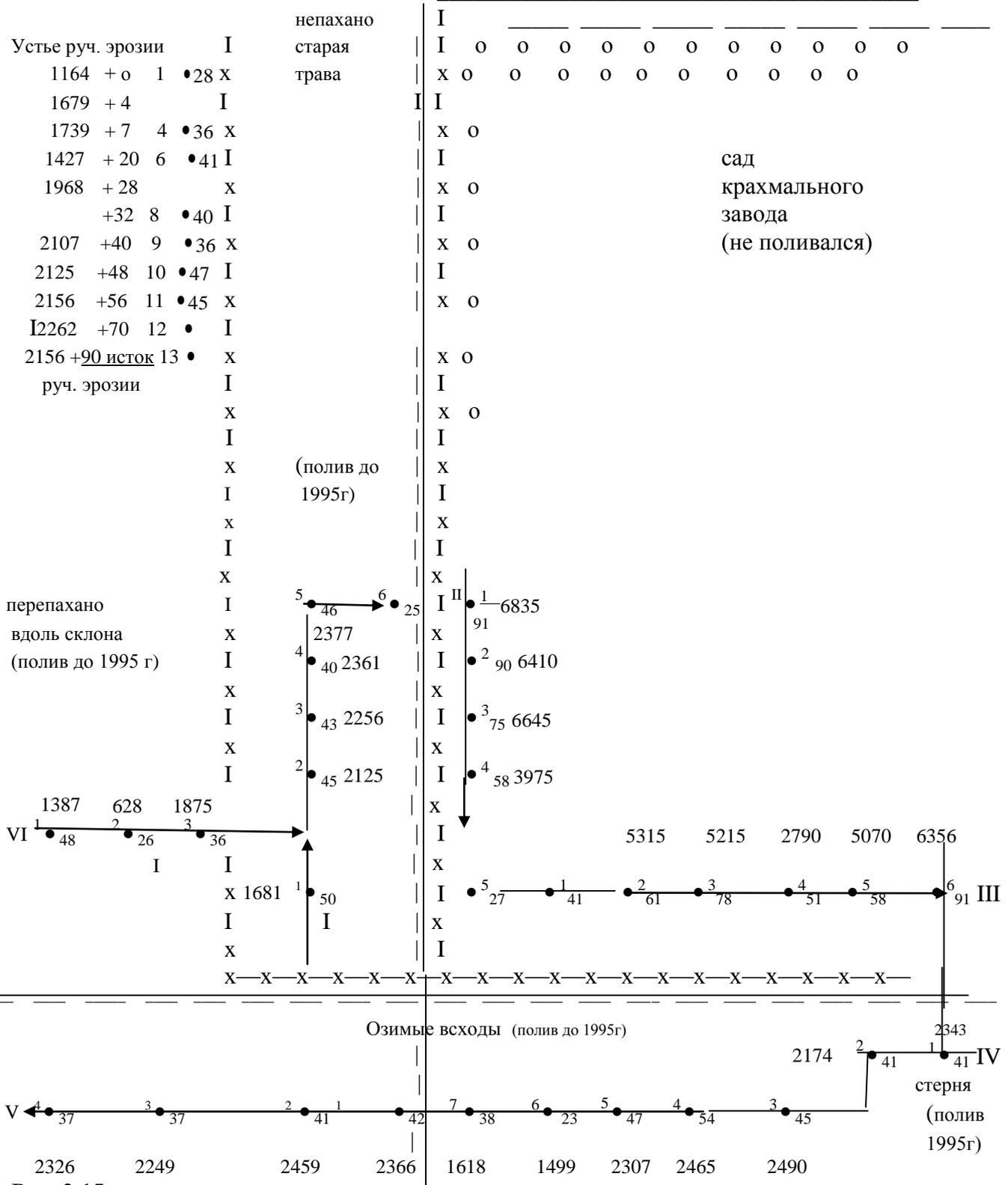
почве вниз по склону, уменьшается за счет интенсивного смыва при ручейковой эрозии. В нижней части склона средняя удельная активность – 1500 Бк/кг (точки 1 ÷ 6 ручейковой эрозии), в верхней части склона (створ I), удельная активность – 2280 Бк/кг, **см. Рис. 2.15п.**

3. На землях под фруктовым садом, подвергающихся рыхлению в между-рядье (створ III), даже без регулярных поливов, активность цезия-137 в почве уменьшилась в среднем на 1575 Бк/кг по сравнению с почвой на землях под фруктовым садом без рыхления (створ I – обочина сада), **см. Рис. 2.15п.**

**Схема**  
 точек отбора почвы на проверку радиоактивности на овощном  
 участке орошаемого с 1980г до 1995г СХПК «Решительный», на 26.03.08г.

Тальвег ложбины

с. Новые Бобовичи



**Рис. 2.15п**

Условные обозначения:

- х-- - граница с/х угодий на 26.03.08 г;
- 2520 • <sup>5</sup><sub>46</sub> - точка отбора проб, с указанием:  
 5-номер, 46 радиационный фон в мкР/час,  
 2520 - удельная активность в Бк/кг;
- IV - номер створа отбора проб;
- +<sup>32</sup> - расстояние между створами в м;
- == - полевая дорога

Таблица 2.15п.1 – Радиоактивность образцов грунта в точках отбора проб на орошаемых и не орошаемых землях в СХПК «Решительный» Новозыбковского р-на на 26.03.08г

Дата определения активности	Створ отбора проб			Точка отбора пробы		Радиационный фон.  мкР/ч	Масса пробы			Активность сухой пробы					
	Отметка о поливе и рыхлении	№ створа	Начало створа	Расстояние между точками.	№		Общая мокрая 26.03.08	В т.ч. на сушку		Навеска.	Масса н.гр.	Фон.	Активность навески.	Удельная активность.	Средняя удельная активность.
								Мокрая	Сухая						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вдоль северной границы сада, 30м от крайнего ряда яблонь, прошлогодняя трава.															
	Полив	I	дорога	0											
9.04.09	Не пахано			+4	1	50	5200	400	316	200	50,78	70	406,5	1681	
				+20	2	45	2016	400	338	200	54,55	70	495	2125	
				+20	3	43	2840	400	320	200	52,99	70	521,3	2256	
				+20	4	40	2542	400	318	200	51,89	70	542,1	2361	
			поворот 90°	+20	5	46	1918	400	332	200	52,18	70	545,4	2377	2160
			В пониж.	+20	6	25									
				+10	I(ств. II).										
Вдоль северной границы сада, 4 м от крайнего ряда яблонь, прошлогодняя трава.															
10.04.08	Нет полива, не пахано, тропка по обочине сада	II		0	1	92	2364	400	316	200	47,10	70	1437	6835	
				+20	2	90	1948	400	320	200	47,32	70	1352	6410	
				+20	3	75	2354	400	312	200	47,07	70	1399	6645	
				+20	4	58	1880	400	320	200	47,88	70	865	3975	5966
				+20	5	27	-	-	-						
				+4	дорога	-	-	-	-						
Восточная граница сада, за 2-мя рядами яблонь, 10 м от дороги, кочки, прошлогодняя трава.															
	Не полив.	III	от стр. II	0											
12.04.08	рыхление			+20	1	41	-			200					
	верх. слоя			+20	2	61	2036	400	2980	200	45,55	70	1133	5315	
				+20	3	78	2334	400	310	200	45,85	70	1113	5215	
				+20	4	51	1888	400	308	200	46,44	70	628	2790	
				+20	5	58	1652	400	318	200	45,23	70	1084	5070	
				+20	6	91	2162	400	311	200	44,63	70	1341	6356	4391
			поворот 90°	+18	I(ств. III)										
Вдоль восточной границы сада, за дорогой 10м, не пахано, стерня скошенной травы.															

продолжение таблицы 2.15п.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
11.04.08	Полив, не пахано, стерня	IV	дорога	0												
				+10	1	41	1798	400	318	200	49,95	70	538,7	2343		
					+20	2	41	2566	40	309	200	49,89	70	504,8	2174	
				поворот 90°	+20	3	45	1920	400	310	200	47,55	70	568,0	2490	
				поворот 90°	+20	4	54	1732	400	310	200	48,74	70	563	2465	
					+20	5	47	1462	400	320	200	50,31	70	531,5	2307	
					+20	6	23	1714	400	318	200	50,55	70	369,7	1499	
					+20	7	38	1440	400	318	200	51,37	70	393,6	1618	2128
					+20	I(ств. V)										
Продолжение ствара IV, вдоль дороги-40м на юг, озимые всходы.																
	Полив.	V	т.7(ств.IV)	0												
11.04.08	озимые			+20	1	42	1730	400	310	200	48.90	70	543,1	2366		
				+20	2	41	1380	400	312	200	40.04	70	561,3	2459		
				+20	3	37	1878	400	320	200	49.82	70	519,9	2249		
				+20	4	37	1244	400	308	200	48.29	70	535,5	2326	2350	
Вдоль дороги на север- 20 м, пашня.																
	Полив.															
9.04.08	пашня	VI	дорога	+20	0											
				+20	1	48	1476	400	322	200	52,60	70	340,3	1352		
				+20	2	26	1456	400	331	200	57,10	70	195,5	628		
				+20	3	36	1460	400	321	200	52,22	70	445	1875	1285	

**ОПЫТ 17п Радиоактивность почв на поливных землях дачно-садоводческого товарищества Г.Т.П. (городское транспортное предприятие) основанного в 1964г в пригороде г. Новозыбков, пос. Людково. (обследование от 4.05.08г; 8.07.08г).**

*Исходные данные опыта 17п.*

Общая площадь дачно-садоводческого товарищества Г.Т.П. составляет 23,8 га, на которой расположено 359 отдельных дачных участков. Полив дачных участков организован с 1964г и осуществлялся до настоящего времени. Вода для полива подается, к каждому дачному участку от водозабора на р. Корна, по стационарному стальному трубопроводу, 3 раза в неделю, в течении 2-х часов.

Полив осуществляется по мере необходимости и возможности самого владельца дачного участка, и сельскохозяйственного использования земельного участка в истекшем году.

По утверждению, владельцев дачных участков и действующего председателя тов. Г.Т.П. Нестеренко И.В., полив на некоторых участках прекратился, вскоре, после аварии на Чернобыльской АЭС.

Схема расположения дачных участков представлена на **рис. 2.17п.1.**

Берег р. Корна, на котором расположено дачное Г.Т.П., низкий и поэтому участки 1, 2, 3, 4, 5 на самом берегу избыточно увлажнены за счет создавшегося подпора грунтовых вод и из водопроводной сети регулярно не поливаются.

Ежегодно в качестве удобрений используется, в основном, навоз от КРС местных ферм и единоличных хозяйств.

Пробы почвы на проверку радиоактивности отбирались на дачных поливаемых и заброшенных (неполиваемых уже 10-20 лет) участках.

Для определения радиоактивности почвы на землях никогда неорошаемых и нераспахиваемых, ни до – ни после аварии на ЧАЭС, производился отбор проб на полевых дорогах между дачами, ширина дорог 4-6 м., большинство дорог заросшие травой с тропками от протекторов колес автомобилей.

В намеченных на местности точках отбора проб почвы замерялся существующий фон радиационного излучения: на уровне поверхности земли дозиметрами ДКГ-03Д-«Грач» и РГСБ-104 «Белвар»; на уровне 30 см над поверхностью земли геолого-разведочным радиометрическим прибором СРП-68-01.

Отбор проб производился, из верхнего 10 см почвенного слоя, штыковой лопатой, (строго отмерялась линейкой глубина срезаемого монолита почвы).

Расположение точек отбора проб почвы и точек замера фона существующего радиационного излучения представлены на схемах (**см. рис. 2.17п.2; 2.17п.3; 2.17п.4; 2.17п.5).**

В момент обследования и 24.05.08г и 8.07.08г погода была дождливая, было сыро, пасмурно, ветер отсутствовал. В ночь с 23.05.08 на 24.05.08 прошел сильный (долгожданный) дождь. И на кануне обследования 8.07.08г, тоже прошел сильный дождь.

Почвы на землях тов. Г.Т.П. – дерново-подзолистые, супесчаные и средне-суглинистые.

Из р. Корна в 50 м от водозабора, в створе действующей насосной станции и в существующей копани с водой около дачь 158, 159, 242 произведен отбор проб воды для определения радиоактивности.

#### *Цель проведения опыта 17п.*

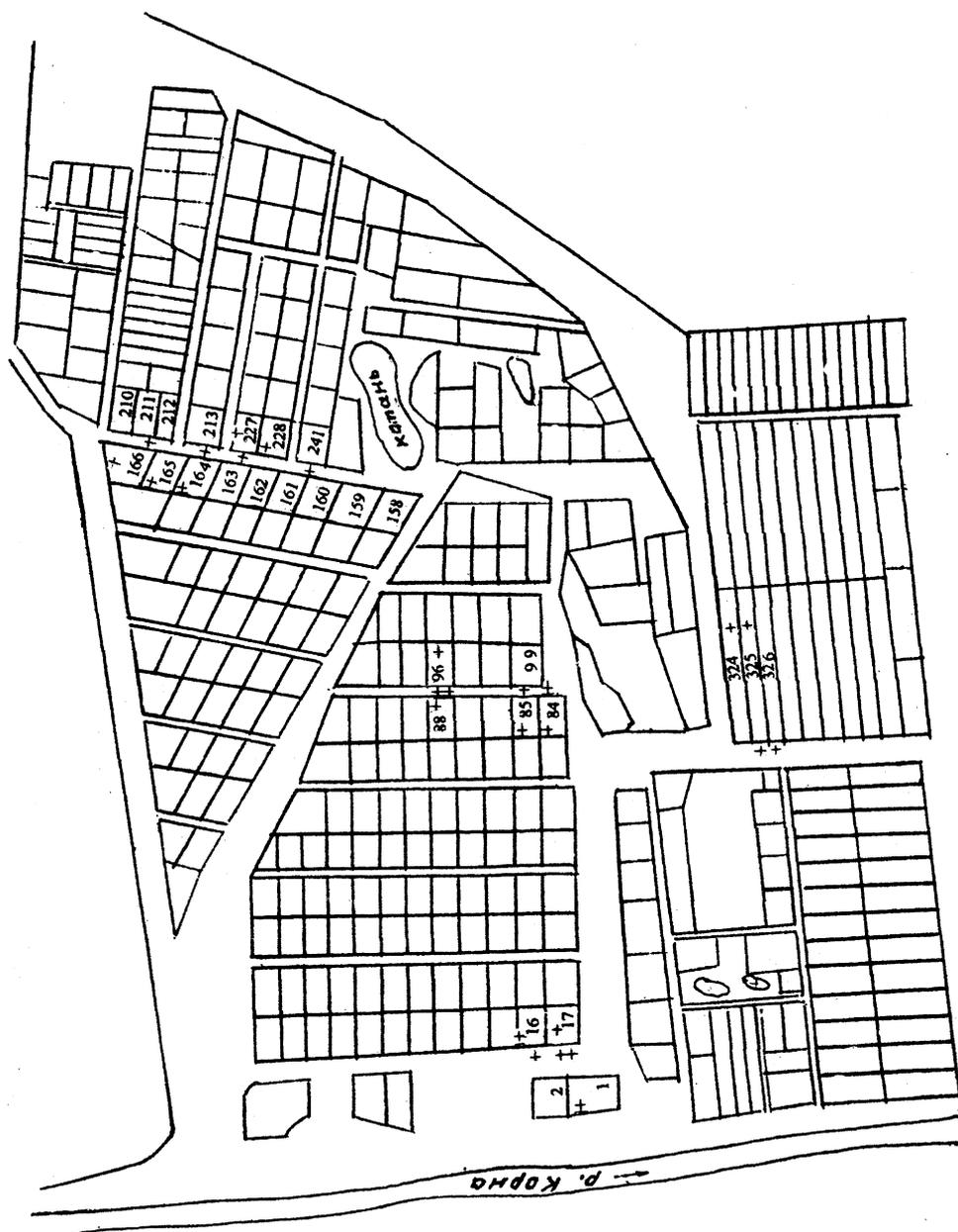
Изучить влияние регулярных поливов, в течении длительного периода после аварии на ЧАЭС – 22-х лет, на изменение радиоактивности в верхнем 10 см слое почвы на поливаемых и никогда не поливаемых землях.

#### *Условия проведения опыта 17п, аналогичны условиям опыта 10п.*

Характеристика активности почв по точкам отбора для проб на поливаемых и заброшенных дачных участках, на землях не распахиваемых и никогда неполиваемых (на дорогах), после аварии на ЧАЭС, представлена в **таблицах 2.17п.1 и 2.17п.2.**

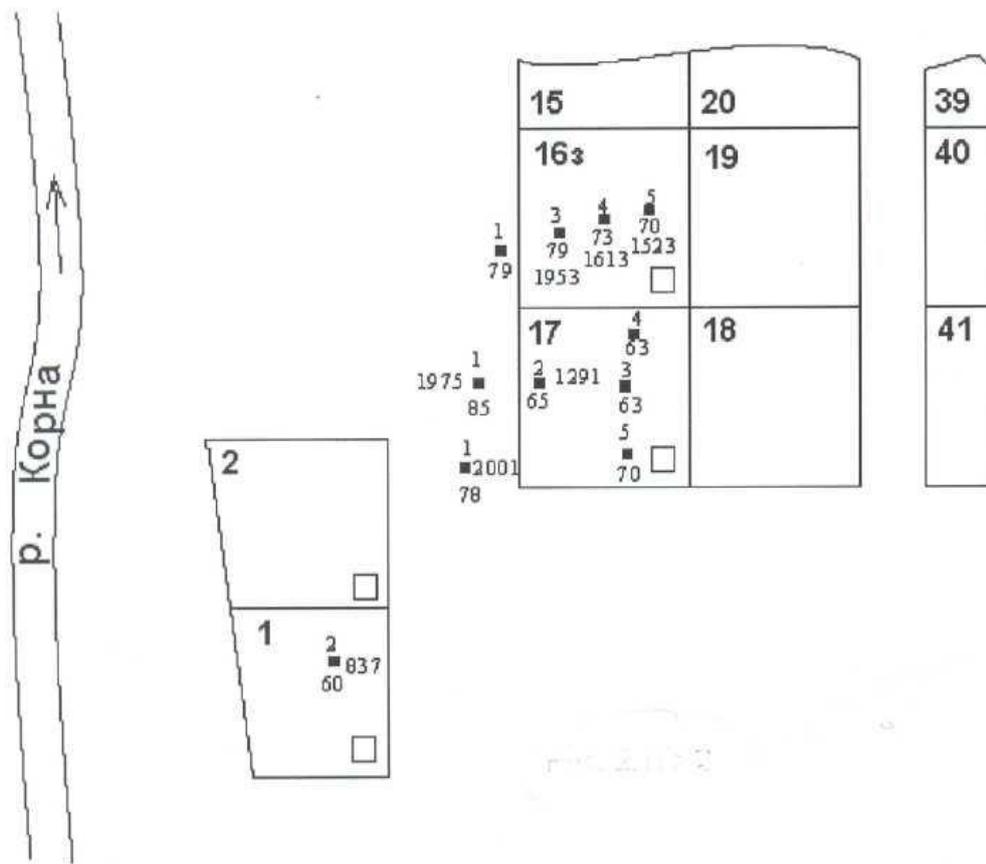
#### *Выводы к опыту 17п.*

1. Активность цезия-137 в почве дачного участка №1, расположенного на берегу р. Корна, самая маленькая по сравнению даже с близ лежащими дачами №17 (не поливается последние 2-3 года) и №16 (заброшена лет 15-20). На дороге между этими дачами (не пахано) активность цезия-137 в почве на 1164 Бк/кг больше чем на паханной земле участка №1 и на 684 Бк/кг больше, чем на участке №17, и больше на 279 Бк/кг, чем на участке №16 поливаемого не более 5 лет после Чернобыльской аварии (**см. рис. 2.17п.2.**).
2. Активность цезия-137 в почве на пашне, дачного поливаемого участка №85 на 405 Бк/кг меньше, чем на соседнем, заброшенном 15-20 лет - №84. Активность на непаханной земле и неполиваемой (на дороге) больше на 1960 Бк/кг, чем на паханной и поливаемой земле участка №85, **см. схему 2.17п.3.**
3. Дачные участки №88 и №96 расположены рядом, через дорогу, но почвы их не подлежат сравнению по радиоактивности.. Дача 88 поливается не регулярно, много вносится навоза с местных личных подворий. Дача 96-заброшена, поливы от случая к случаю не на всей площади (см. схему 2.17п.3).
4. На паханных землях дачных участков №164, 165, 166, 227 и 228 и регулярно поливаемых, по словам их владельцев, активность цезия-137 в почве на 1600 Бк/кг меньше, чем на непаханных и неполиваемых землях, занятых под дорогой между дачами, **см. рис. 2.17п.4.**
5. На дачном участке №325, на паханных и поливаемых землях, средняя активность цезия в почве – 1364 Бк/кг (точки отбора 3, 4, 5), а на 1-2-х метровой заброшенной и неполиваемой полосе, вдоль границы дачных участков №324 и №325, средняя активность цезия-137 – 2800 Бк/кг (точки отбора 7; 8), **см рис. 2.17п.5.**
6. На дороге, между дачами №310 и №325, средняя активность цезия – 1100 Бк/кг (привезенный песчаный и каменистый грунт, дорога белесого цвета, укатана и без растительности), **см. рис. 2.17п.5**



**Рис. 2.17п.1** Схема дачных орошаемых участков садового товарищества ГТП г. Новозыбков

+84 – номер дачных участков, на которых отбирались пробы почвы для анализа удельной активности цезия и определялся  $\gamma$  – фон.  
 + точки взятия проб на дорогах.



**Рис. 2.17п.2** Схема поливаемых дачных участков тов. Г.Т.П., г. Новозыбково, п. Людково, построен в 1964г.

Точки отбора проб для проверки радиоактивности от 8.07.08г.

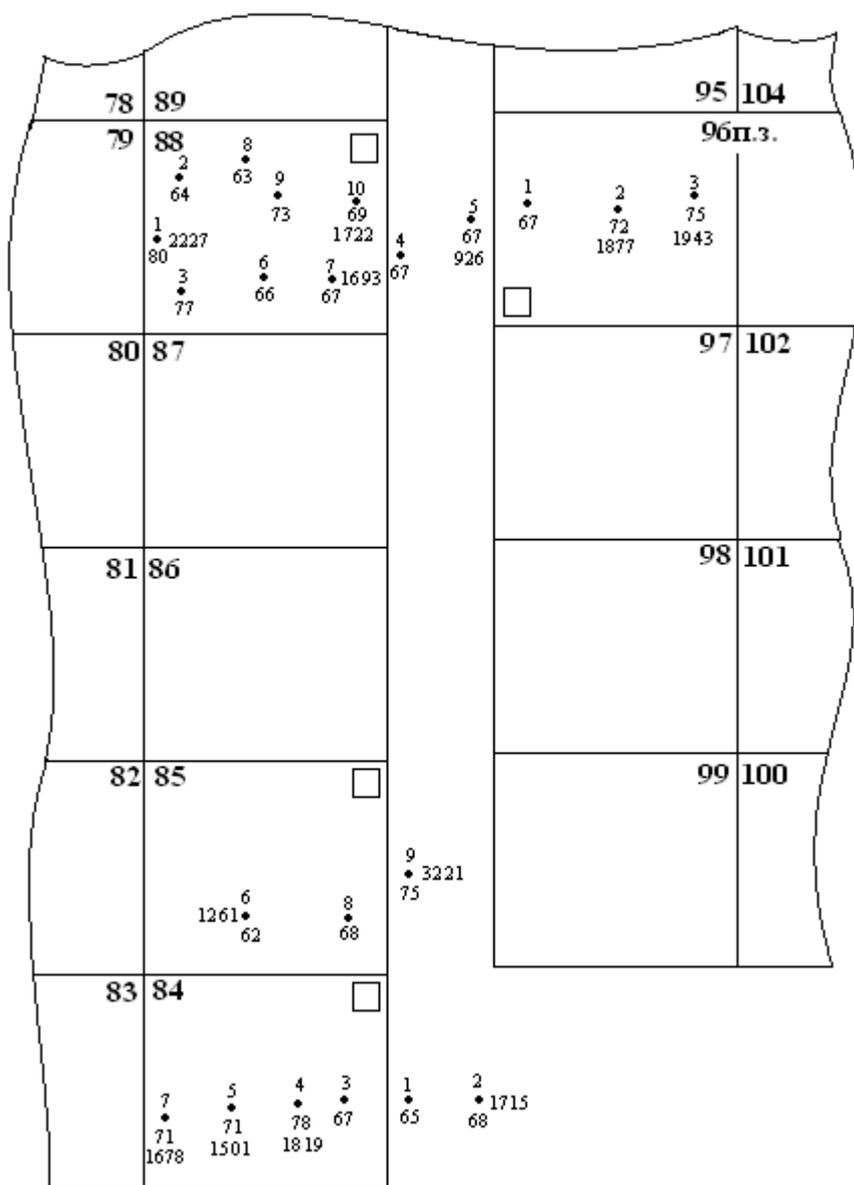
Примечания:

- **16з** – граница и номер дачного участка;
- з – дача заброшена, не поливалась 20 лет;

□ дачный домик

$\frac{5}{70} 1523$

точка отбора проб, ее номер, радиационный фон, в МкР/ч и удельная активность пробы почвы в Бк/кг



**Рис. 2.17п.3** Схема поливаемых дачных участков тов. Г.Т.П., г. Новозыбково, п. Людково, построен в 1964г.

Точки отбора проб для проверки радиоактивности от 8.07.08г.

Примечания:

– **88** – граница и номер дачного участка;

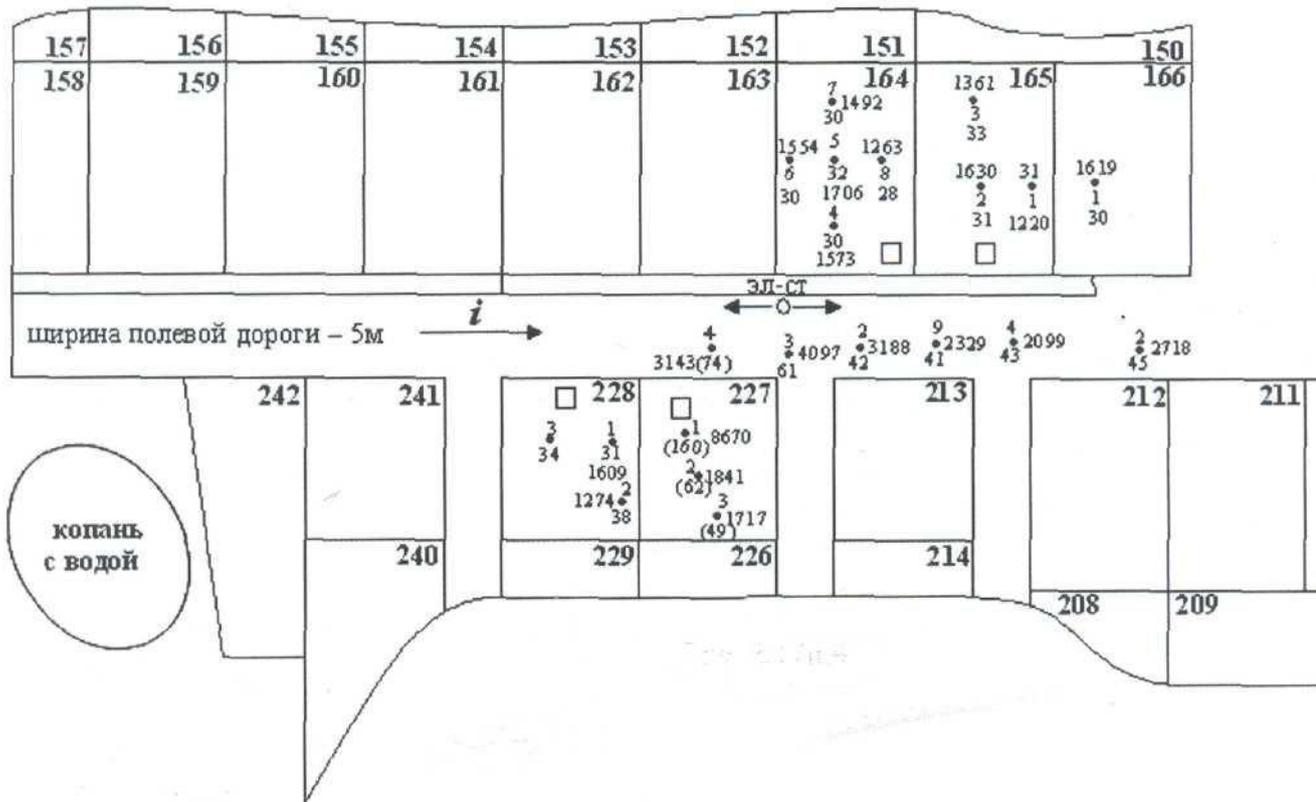
**84з** – дача заброшена, не поливалась 20 лет;

□ дачный домик

<sup>3</sup>•1943

75 точка отбора проб, ее номер, радиационный фон, в МкР/ч и удельная активность пробы почвы в Бк/кг

96п.з. – дача полузаброшена, полив от случая к случаю;



**Рис. 2.17п.4** Схема поливаемых дачных участков тов. Г.Т.П., г. Новозыбково, п. Людково, построен в 1964г.

Точки отбора проб для проверки радиоактивности от 24.05.08.

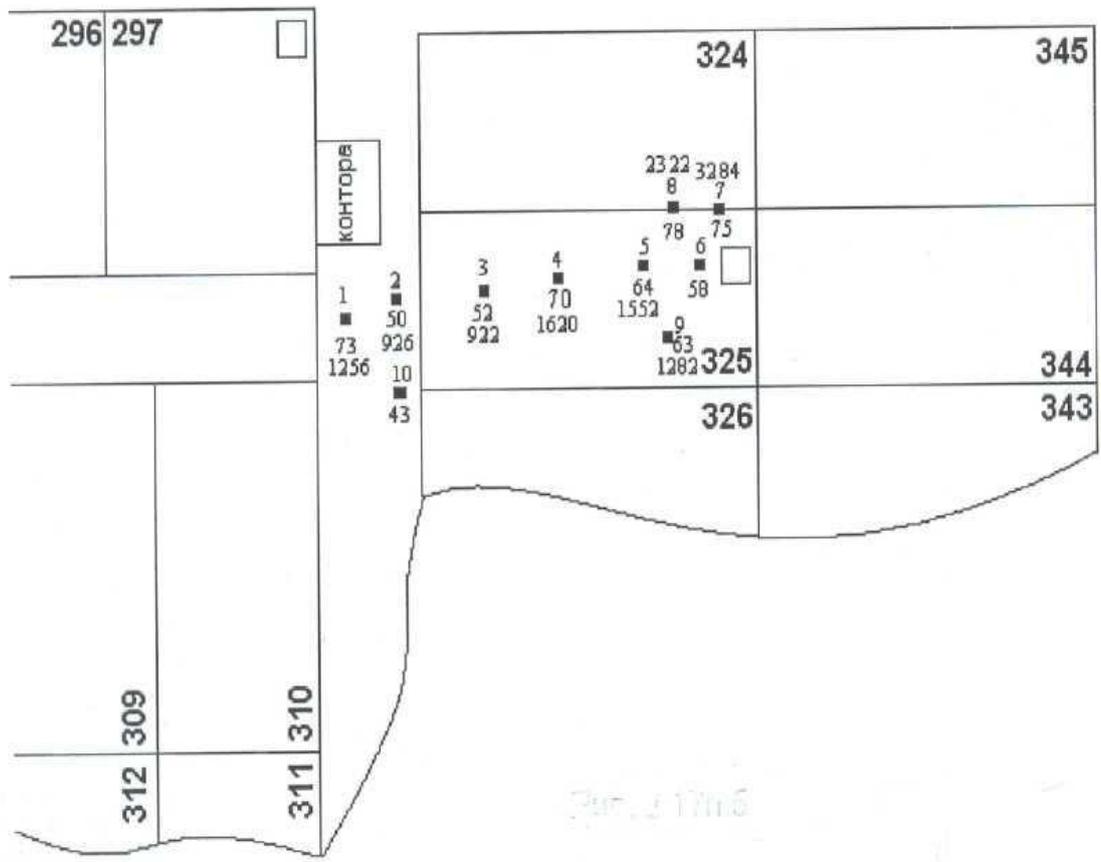
Примечания:

– 164 – граница и номер дачного участка;

□ дачный домик

3  
•1361

33 точка отбора проб, ее номер, радиационный фон, в МкР/ч и удельная активность пробы почвы в Бк/кг



**Рис. 2.17п.5** Схема поливаемых дачных участков тов. Г.Т.П., г. Новозыбково, п. Людково, построен в 1964г.

Точки отбора проб для проверки радиоактивности от 8.07.08г.

Примечания:

– 325 – граница и номер дачного участка;

□ дачный домик

■  
2  
50

926 точка отбора проб, ее номер, радиационный фон, в МкР/ч и удельная активность пробы почвы в Бк/кг

Таблица 2.17п.1 – Радиоактивность образцов грунта на поливаемых и не поливаемых дачных участках товарищества ГТП пос. Людково, пригород г.Новозыбков на 24.05.08г

Дата определения активности.	Створ отбора проб		Точка отбора пробы			Радиационный фон, МкР/ч		Масса пробы, г			Активность сухой пробы					
	с/х использование.	№ дачи	Начало отсчета	Расстояние. м	№ точки	ДКГ-03 «Грач»	РКСБ-104	Общая, естественной влажности.	В т.ч. на сушку		Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	
									Мокрая	Сухая						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	<b>Дача</b>	<b>164</b>														
	Дорога:		Нет полива													
31.05.08			эл-ст I	1,5	т.3	61	-	2018	406	335	200	48,08	65,1	884,5	4097	
			от т.3	10,0	т.2	42	-	1668	406	336	200	49,93	-/-	702,8	3188	
			от т.2	20,0	т.9	41	-	2492	404	338	200	49,25	-/-	530,9	2329	
	Пашня:		Поливаемая													
	Цветник		Дорога	5	т.4	30	-	2656	406	332	200	50,74	65,1	379,7	1573	
	Лук.		от т.4	9	т.5	32	-	1436	310	251	200	50,85		406,4	1706	
	Капуста		от т.5	3	т.6	30	-	3242	420	330	200	49,52		376	1554	
	Лук.		от т.5	9	т.7	30	-	1798	422	343	200	51,05		317,8	1492	
	Лук		от т.5	12	т.8	28	-	2718	419	329	200	50,45		363	1263	
	<b>Дача</b>	<b>165</b>														
	Дорога:		Нет полива													
			эл-ст I	43,5	т.4	43	-	2270	419	368	200	53,0	65,1	485	2099	
	Пашня:		Поливаемая													
20.06.07	Картошка		Дорога	10	т.1	31	-	2226	421	346	200	55,33	65,1	309,1	1220	
	Клубника		от т.1	6	т.2	31	-	2100	434	348	200	52,58		391,1	1630	
	Клубника		от т.2	15	т.3	33	-	2746	431	353	200	52,56		337,3	1361	
	<b>Дача</b>	<b>166</b>														
	Дорога:		Нет полива													
			эл-ст I	68,5	т.2	45	-	2156	425	375	200	52,98	65,1	608,7	2718	
	Пашня:		Не поливалась, с 2002г до 2007г.													
	Картофель		Дорога	10	т.1	30	-	1848	426	359	200	5302	65,1	388,9	1619	

продолжение таблицы 2.17п.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	<b>Дача</b>	<b>228</b>													
	Дорога: Нет полива (замкнутое понижение).														
			эл-ст I	40	т.5	-	54	2680	428	330	200	44,21	65,1	933,2	4340
	Пашня, поливаемая														
	Клубника		Дорога	5	т.1	31	58	1826	444	350	200	51,94	65,1	386,7	1608
	Клубника		т.1	12	т.2	38	69	2142	448	350	200	52,48		319,9	1274
	Лук		т.2	7	т.3	34	68	-	-						
	<b>Дача</b>	<b>227</b>													
	Дорога: Нет полива														
7.06.08			эл-ст I	10	т.4	-	64,74	2450	434	378	200	52,14	65,1	694	3145
	Пашня: Поливаемая, уклон к дому.														
	Трава		Дом	0,1	т.1		160	2736	426	345	200	52,55	65,1	1799	8670
	Клубника		от т.1	10	т.2		62	3208	429	338	200	52,02		433,3	1841
	Клубника		от т.2	10	т.3		49	3282	433	339	200	51,24		408,6	1717
Окраина дачного товарищества Г.Т.П., участок вне границ товарищества Г.Т.П.. не пахано, нет полива, поворот дороги около эл-столба – II.															
7.06.08	Трава		эл-ст II	1	т.1	42	-	1332	431	355	200	51,83	65,1	1219	5770
7.06.08	Пашня: Не поливалась, место бывшей свалки.														
	Картофель		эл-ст II	1,0	т.2	25-32		750	424	368	200	59,03	65,1	308,5	1217
	Картофель		эл-ст II	15,0	т.3	42		1378	429	261	200	45,29	65,1	542	2385
	<b>Вода из копани между дачами</b>							1000	-	-	200	-	63,7	61,68	0
	<b>Вода из р. Корна</b>							1000	-	-	200	-	63,7	64,49	0

Таблица 2.17п.2 – Радиоактивность образцов грунта в точках отбора на поливаемых и не поливаемых дачных участках тов. ГТП пос. Людково, пригород г.Новозыбков на 8.07.08г

Дата определения активности.	Створ отбора проб		Точка отбора пробы			Радиационный фон, СРП-68 – 01  мкР/ч	Масса пробы, г			Активность сухой пробы					
	с/х использование.	№ дачи	Начало отсчета	Расстояние.  м	№ точки		Общая естественной влажности.	В т.ч. на сушку		Навеска.  г	Масса н.гр.  г	Фон.  Бк	Активность навески.  Бк	Удельная активность.  Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7		8	9						10
15.07.08	<b>Дача</b>	<b>325</b>				Около конторы									
	Дорога:					Нет полива									
	Укатанная		Забор	+0,2	2	50	1240	400	379	200	60,60	65,1	249,4	922	
	Трава		т.2	+5	1	73	1000	400	367	200	52,22		316,3	1256	
	Трава		Забор	+0,2	7	75	940	400	350	200	48,51		721,8	3284	
	Трава		Забор	+0,2	8	78	1600	400	338	200	50,9		529,5	2322	
	Укатанная		Забор	+0,5	10	43									
	Пашня					Поливаемая									
	Чеснок		Забор	+3	3	52	1215	400	354	200	52,95	65,1	249,4	922	
	Помидоры		т.3	+10	4	70	1360	400	349	200	51,55		389,1	1620	
	Огурцы		т.4	+15	5	64	1160	400	350	200	46,71		375,4	1552	
	Под краном тропа		т.5	+10	9	63	956	400	324	200	47,63		309,5	1282	
	Вынут грунт, бетон поддомом			+1,0	Т6	58									
15.07.08	<b>Дача</b>	<b>96</b>				- Полузаброшена, плохо поливаемая, напротив дачи - 88									
	Дорога:					Нет полива									
	Трава		Забор	+0,2	5	67	1250	400	368	200	51,50	65,1	262,2	985,5	
	Пашня:					Очень плохо поливаемая.									
	Трава -1 м		Забор	+3	1	67	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Трава -1 м		т.1	+4	2	72	1200	400	315	200	45,41	65,1	440,5	1877	
	Клубника		т.2	+6	3	75	1100	400	331	200	49,65		453,6	1943	
15.07.08	<b>Дача</b>	<b>88</b>				Поливаемая									
	Пашня:					Хорошо удобряется навозом									
	Перец (парник)		забор	+3	1	80	916	406	324	200	47,71	65,1	510,5	2227	
	Клубника		т.1	+6	2	64	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Картофель		т.1	+10	3	77	-	-	-	-	-	-	-	-	

продолжение таблицы 2.17.п.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Помидоры (парник)		т.3	+8	6	66	-		-	-	-	-	-	-	
	Чеснок		т.6	+8	7	67	840	404	324	200	48,35	65,1	403,6	1693	
	Огурцы		т.2	+8	8	63	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Морковь		Забор	+10	9	73	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Овес		Забор	+4	10	69	1220	400	304	200	43,25	65,1	409,7	1722	
15.07.08	<b>Дача</b>	<b>85</b>	Поливаемая, рядом с дачей – 84												
	Дорога		Нет полива												
	Укатанная		Забор	+0,2	9	75	940	400	350	200	49,01	65,1	709,3	3221	
	Пашня		Поливаемая												
	Сельдерей		Забор	+16	6	62	1350	400	338	200	51,13	65,1	317,3	1261	
	Лук		Забор	+8	8	62	-	-	-	-	-	-	-	-	
15.07.08	<b>Дача</b>	<b>84</b>	Нет полива лет 20.												
	Трава		Забор	+4	3	67	1420	400	350	200	49,95	65,1	428,8	1819	
	Трава		т.3	+2	4	78	930	400	352	200	49,75	65,1	361,6	1501	
	Трава		т.4	+6	5	71	820	400	364	200	52,45	65,1	399,4	1672	
	Трава		т.5	+18	7	72	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Дорога		Нет полива												
			Забор 84	+0,2	1	65	-	-	-	-	-	-	-	-	
			Забор 99	0,2	2	68	1080	400	350	200	49,9	65,1	408,2	1715	
	<b>Дача</b>	<b>17</b>	-	Частично заброшена. Рядом речка в 20м											
	Дорога:		Нет пролива.												
	Трава		Забор	+0,5	1	85	1160	400	293	200	43,65	65,1	460,1	1975	
	Пашня:		Поливаемая												
			Забор	+10	2	65	1400	400	298	200	45,55	65,1	323,8	1294	
			т.2	+10	3	63	-	-	-	-	-	-	-	-	
			т.3	+10	4	63	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<b>Дача</b>	<b>16</b>	Заброшена 20 лет												
	Пашня:		Нет полива												
	Трава–1,5м		Забор	+5	3	79	990	400	310	200	47,04	65,1	455,6	1953	
	-//-		т.3	+10	4	73	1280	400	358	200	46,25	-//-	387,7	1613	
	-//-		т.4	+10	5	70	1100	400	327	200	48,42	-//-	369,7	1523	
	Дорога:		Нет полива												
	Трава		Забор	+0,5	1	78	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<b>Дача</b>	<b>1</b>	На берегу речки, нет водопровода												

продолжение таблицы 2.17.п.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Пашня		Поливаемая											
	Цветы		Забор	+8	2	60	1470	400	358	200	58,14	65,1	232,4	837
	Дорога:		Нет полива											
	Трава		Забор	+0,5	1	78	1200	400	309	200	45,91	65,1	465,2	2001
	<b>Окраина дачь</b>		Нет полива с 1964г.											
	Пашня:		Эл-ст. I	+15	2	70	-	-	-	-	-	-	-	-
				В низ										
	-//-, ров		Эл-ст. I	+15	3	58	-	-	-	-	-	-	-	-
				В верх										
	Не паханю:						-	-	-	-	-	-	-	-
	Трава		Эл-ст. I	+1	1	70								
	Не паханю:		Эл-ст. II	+15	4	65	1080	400	349	200	46,49	65,1	468,7	2018
	Трава		Эл-ст. I	+1	1	70								
	Пашня:													
	Низина		Эл-ст. II	+60	5	75	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Гараж:</b>		Между гаражом и дачей, на поверхности глина											
	Перерыто	Забор	+3	6	30									
	<b>Вода из р. Корна</b>	-	-	-	-	-	1000	-	-	200	-	62,5	61,06	0

## **III 2.5 Вынос цезия-137 с продуктами водной эрозии почв.**

### **ОПЫТ 15П-1.**

**ОПЫТ 15п-1 *Вынос цезия-137 весенними талыми водами из верхнего слоя пахотного горизонта на овощном участке СХПК «Решительный», в п. Новые Бобовичи Новозыбковского р-на Брянской области.*  
(Обследование от 26.03.08г).**

*Исходные данные к опыту 15п-1.*

Вынос цезия-137 с продуктами водной эрозии почв изучался на распаханых землях, бывшего овощного участка в СХПК «Решительный», поливаемого с 1980г до 1995г.

При обследовании овощного участка – 26.03.08г на предмет вымыва цезия-137 из верхнего 10 см слоя почвы, в результате регулярного орошения (см. Часть III.2.4, опыт-15п.), было отмечено, что распаханый участок, вдоль северо-западной границы фруктового сада, прорезан временными руслами ручейковой сети после весеннего снеготаяния, в которых образовались плесы и перекаты из вынесенных почвенных частиц.

Эрозионный участок на момент обследования был распахан вдоль существующего склона к ложбине, что способствовало созданию разветвленной ручейковой сети.

Для проверки выноса цезия-137 в процессе водной эрозии, выбрано характерное непрерывное, сформировавшееся ручейковое русло, в нижней части распаханного склона. Общая длина ручейкового русла намеченного к обследованию-90м.

Местоположение эрозионного русла представлено на **Рис. 2.15п** (см. Часть III.2.4, опыт 15п).

*Цель проведения опыта 15п-1.*

Изучить вынос и перераспределение цезия-137 по распаханной поверхности с продуктами водной эрозии, в процессе формирования ручейковых русел, весенними талыми водами.

*Условия проведения опыта 15п-1.*

Для проверки выноса цезия -137, в процессе формирования русел ручейковой сети, производился замер вынесенного объема почвы и отбор проб на проверку активности цезия в верхнем слое почвы, на глубину образовавшегося ручейка.

Пробы почвы, в виде монолита, отбирались штыковой лопатой с бровки прирусловой части, обследуемого ручейкового русла.

Порядок отбора проб и определение объема вынесенной почвы:

1. Намеченное, сформировавшееся ручейковое русло, с помощью рулетки, разделили по длине на участки с характерным поперечным сечением. Разбивка велась от устья ручья, который начинался в 20м от тальвега ложбины. Ручейковое русло длиной 90м, разбито на 13 участков.
2. В начале и в конце, каждого участка, измерялась площадь поперечного сечения сформировавшегося русла, с помощью 2-х метровой геодезической рейки. Рейка в горизонтальном положении укладывалась поперек ручейкового русла на ее бровки и от нижней поверхности рейки до дна русла, через каждые 5-10 см, измерялась глубина вымова, обычной, мерной линейкой.
3. В створе каждого поперечного сечения, с левой бровки ручейкового русла, отбиралась проба почвы из верхнего слоя на глубину 5 см, но не более глубины русла в этом створе.
4. На каждом намеченном створе, в середине поперечного сечения ручейкового русла, измерялся существующий фон радиационного излучения дозиметром типа ДКГ-03Д-«Грач», на уровне поверхности земли.
5. Объем вынесенной, смытой почвы подсчитывался по формуле:

$$W = \sum \left( \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \ell \right), \text{ м}^3,$$

где  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  – начальная и конечная площадь поперечного сечения одного участка в  $\text{м}^2$ ,  $\ell$  - длина участка в м.

Расчет смытой почвы приведен **в таблице 2.15п-1.1.**

6. Активность, вынесенной почвы, определялась по активности проб почвы в каждом створе. **См. таблицу 2.15п-1.1.**

Подготовка отобранных проб почвы, к радиометрическим измерениям на радиометре РУБ-01П6, проводилась в последовательности аналогичной для почв в опыте 10п, измерительный контейнер-кюветка «Маринелли», масса навески 200г.

Основные условия проведения опыта 15п-1, размеры поперечных сечений и активность проб почвы, в каждом створе, приведены **в таблице 2.15п – 1.2.**

*Вывод к опыту 15п-1.*

Вынос продуктов эрозии вниз по склону, при образовании ручейковых русел, нарастает по длине склона по S- образному закону. У подножья склона процесс замедляется в связи с обратным выпадением наносов на дно русла. Вынос радионуклида цезия, в точности повторяет, процесс выноса продуктов эрозии. Кривая выноса цезия по длине склона, на графике, также имеет S – образную форму. Удельная активность почвы на высших отметках водораздела наибольшая, у подножья склона – наименьшая.

Таблица 2.15п-1.1 – Расчет объема смываемой почвы ручейковой эрозии из верхнего 5 см слоя на отдельном участке в СХПК «Решительный» Новозыбковского р-на.

№ створа поперечного сечения	Параметры поперечного сечения русла				Расстояние между створами, м	Объем смывтой почвы, м <sup>3</sup>		Масса смывтой почвы		Удельная активность	
	Ширина.	Средняя глубина	Площадь			между створами, м	Нарастающим итогом по руслу	Плотность насыпной почвы, г/см <sup>3</sup>	Масса	В створе	Средняя между створами
			В створе.	Среднее между створами							
см	см	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>				кг	Бк/кг	Бк/кг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Исток, начало ручья.											
13	80	0	0	-	-	-	-	-	-	2156	-
				0,0100	19,5	0,13	0,13	1,0238	133	-	2209
12/	50	3,96	0,02	-	-	-	-	-	-	2262	-
				0,0269	0,5	0,135	0,1435	0,0126	14	-	2262
12	70	4,58	0,0389	-	-	-	-	-	-	2262	-
				0,0268	14,0	0,3752	0,5187	1,0052	372	-	2209
11	70	2,66	0,0198	-	-	-	-	-	-	2156	-
				0,0233	8,0	0,1864	0,7051	1,0068	188	-	2140
10	70	3,83	0,0269	-	-	-	-	-	-	2125	-
				0,0330	8,0	0,2640	0,9691	1,0182	269	-	2116
9	100	3,66	0,0392	-	-	-	-	-	-	2107	-
				0,0440	8,0	0,3520	1,3211	1,0206	359	-	2034
8	85	5,46	0,0489	-	-	-	-	-	-	1961	-
				0,0526	4,0	0,2104	1,5315	1,0438	220	-	1824
7	7,0	7,5	0,0563	-	-	-	-	-	-	1688	-
				0,0495	8,0	0,3960	1,9275	1,0848	430	-	1558
6	55	6,0	0,0427	-	-	-	-	-	-	1427	-
				0,0507	3,6	0,1825	2,110	1,1018	201	-	1438
5	80	7,47	0,0586	-	-	-	-	-	-	1449	-
				0,0522	4,4	0,2297	2,3397	1,0970	252	-	1486
4	100	4,02	0,0458	-	-	-	-	-	-	1524	-
				0,0427	6,0	0,2562	2,5959	1,0968	281	-	1631
3	70	5,15	0,0396	-	-	-	-	-	-	1799	-
				0,0317	2,0	0,0634	2,6593	1,0994	70	-	1709
2	60	3,93	0,0238	-	-	-	-	-	-	1679	-
				0,0273	4,0	0,1032	2,7685	1,1282	123	-	1421
1	70	4,33	0,0307	-	-	-	-	-	-	1164	-
Устье, конец ручья.											
Итого	73,6	4,46	-	0,0347	90	-	2,7685	1,0568	2917		

Таблица 2.15п.-1.2 – Радиоактивность образцов смытой почвы ручейковой эрозии на 26.03.08г по створам отбора проб грунта на отдельном участке, орошаемых земель до 1995г, в СПК «Решительный» Новозыбковского р-на.

Створы отбора проб		Поперечное сечение ручья		МкР/ч Радиационный фон.	Масса пробы грунта			Активность сухой пробы .Фон = 70Бк			
№	Расстояние от устья. м	Расстояние между точками. см	Глубина эрозии. см		Общая мокрая 26.03.08 г	В т.ч. сутки Мокрая. г      Сухая г		Навеска. г	Масса н.гр. г	Активность навески Бк	Удельная активность. Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	+0	Устье, конец ручья.									
		0	5	28	1250	400	321	200	57,93	307,7	1164
		+10	5								
		+10	4,5								
		+10	4,5								
		+10	4,2								
		+10	4,0								
		+10	4,5								
		+10	3								
2	0+4	Ручей разветвился.									
		0	3,4	-	1140	400	327	200	54,90	405,7	1679
		+10	6								
		+10	6								
		+10	2,9								
		+10	3,7								
		+10	2,5								
		+10	4								
3	0+6	Самая широкая часть разветвления ручейков.									
		0	2,3	-	850	400	322	200	55,03	417,9	1739
		+10	7,9								
		+10	5								
		+10	5,4								
		+10	7,2								
		+10	5,9								
		+10	6,5								
		+10	1,0								
-	+7	Ручьи слились.									
-	+11,5	Ручьи разветвились.									
4	0+12	Самая широкая часть разветвления ручейков.									
		0	0	36	1940	400	326	200	54,63	374,8	1524
		+5	3								
		+5	1,2								
		+10	5,7								
		+10	0								
		+10	4,7								
		+10	10,6								
		+10	12,6								
		+10	4,5								

продолжение таблицы 2.15п.-1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		+10	3								
		+10	1,5								
		+10	1,5								
-	+12,5	Ручьи слились.									
5	0+16,4	0	4,2	-	1460	400	329	200	55,0	353,7	1449
		+10	6								
		+10	6,5								
		+10	10								
		+5	14,5								
		+5	11,5								
		+10	6,5								
		+10	7,5								
		+10	5,5								
		+10	2,5								
6	0+20	Ручьи разветвились.									
		0	6,5	41	1330	400	327	200	55,13	355,3	1427
		+10	13								
		+10	11,5								
		+10	7,5								
		+10	2,8								
		+10	3,5								
		+5	8,2								
-	+21	Самая широкая часть разветвления ручейков.									
-	+21,5	Ручьи слились.									
7	0+28	0	4,8	-	1590	400	322	200	53,34	407,6	1688
		+10	7,8								
		+10	8,6								
		+10	9								
		+10	8,8								
		+10	10,2								
		+10	7,5								
		+10	3,3								
-	+30	Ручьи разветвились									
8	0+32	0	0	40	1670	400	318	200	51,04	462,2	1961
		+10	9,3								
		+10	6,5								
		+10	7,3								
		+10	5,3								
		+10	3,2								
		+10	3,8								
		+5	10,2								
		+5	9								
		+5	5,5								
		+5	3								
		+5	2,5								
9	0+40	Один ручей ушел в другую колею.									
		0	2,3	36	1340	400	321	200	51,02	491,5	2107
		+10	2,3								
		+10	2,7								
		+10	3,5								
		+10	3								

продолжение таблицы 2.15п.-1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		+10	3								
		+10	3,7								
		+10	4								
		+10	6,3								
		+10	9,5								
		+10	0								
10	0+48	0	2,5	47	1120	400	317	200	50,79	492,6	2125
		+10	3,3								
		+10	3,5								
		+10	3,5								
		+10	3,4								
		+10	3,4								
		+5	8,5								
		+5	6,5								
		+5	3,7	47	1120	400	317				
		+5	0								
11	0+56	0	1,9	45	970	400	315	200	49,89	501,1	2156
		+10	1,8								
		+10	2,7								
		+10	3,5								
		+10	3,7								
		+10	3,8								
		+10	2,7								
		+10	1,2								
12	0+70	0	4,5	-	1100	400	315	200	50,63	522,3	2262
		+10	3,6								
		+10	3,5								
		+10	3,5								
		+10	3,5								
		+10	7,5								
		+10	9,5								
		+10	1								
12'	0+70,5	0	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-
		+10	3								
		+10	5								
		+10	4,5								
		+10	4								
		+10	4,5								
Исток – начало эрозионного ручья.											
13	0+90	-	-	-	1250	400	324	200	51,75	501,1	2156

## ГЛАВА III.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ ОПЫТЫ

Перераспределение долгоживущих радионуклидов цезия-137, в результате водной миграции, очень многообразно и зависит прежде всего от условий рассредоточения и накопления их в окружающей среде.

Несмотря на большую подвижность цезия-137 в экосистемах, основным местом его локализации остается почва.

На процесс миграции цезия-137 в почве влияет наличие и особенности движения воды, ее химические свойства, температура воздуха и воды, структура почвы, рельеф поверхности, экспозиция склонов и множество сочетаний выше перечисленных факторов и др.

Значительный объем выполненных лабораторных опытов и характер исследования в настоящей работе связан с разнообразием факторов, влияющих на перемещение и перераспределение цезия-137 вместе с водой.

### **III.3.1 Испарение радионуклидов цезия-137 с поверхности воды.**

**ОПЫТЫ: 9-2; 9-4; 9-5; 9-6; 9-7.**

**ОПЫТ 9-2. Изменение радиоактивности воды при хранении в закрытом сосуде без перемешивания, при комнатной температуре.**

*Исходные данные опыта 9-2.*

Для опыта использовалась часть радиоактивной воды, приготовленной в лабораторных условиях для предыдущего опыта 9-1 (см. Часть III.1).

Масса пробы воды, исследуемой на изменение ее активности при хранении в закрытом сосуде, составляет 285г, вода темно-коричневого цвета, без осадка и видимых взвесей, с первоначальной удельной активностью 118,2 Бк/кг.

Для хранения воды использовался пластмассовый сосуд, с плотно закрывающейся крышкой, измерительный контейнер –кюветка «Маринелли». Масса пустой кюветки 215г, масса крышки 65,2г. Размеры кюветки «Маринелли», см. **Часть II.2.2, рис. II.2.**

*Цель проведения опыта 9-2.*

-Выявить факторы, влияющие на изменение показателей радиоактивности пробы воды, при хранении ее в закрытом сосуде, в комнатных условиях.

*Условия проведения опыта 9-2*

Подготовка радиоактивной воды для проверки изменения ее активности в закрытом сосуде, проводилась в определенной последовательности после каждого периода хранения, независимо от его продолжительности.

## 1. Хранение воды.

- Измерительный контейнер – кюветка «Маринелли» заполнялась радиоактивной водой массой 285г.

Масса исследуемой пробы принималась произвольно, исходя из максимально возможной массы 500г для электронных весов с точностью до 0,01г. Масса воды проверялась, после каждого (цикла) периода хранения, взвешиванием, прямо, в кюветке «Маринелли».

Перед взвешиванием крышка с кюветки «Маринелли» снималась, т.к. общая масса исследуемой пробы и кюветки с крышкой превышала 500г.

- После определения активности, взвешенная проба в закрытой кюветке «Маринелли» упаковывается в полиэтиленовый мешок, для создания условий с минимальным испарением.

- Упакованная проба воды помещалась в прохладное, укромное место для хранения в комнатных условиях, не далеко от установки радиометра РУБ-01П6.

- Весь период хранения вода находилась в покое, ее запрещалось взбалтывать, помешивать и открывать.

Продолжительность периода хранения 1 ÷ 15 суток принималась в зависимости от условий поставленной задачи опыта и возможно доступного времени работы на радиометре. Вода прошла всего 24 периода (цикла) хранения разной продолжительностью.

2. Определение активности пробы воды на радиометра РУБ-01П6 проводилось дважды в конце каждого цикла, прямо в кюветке «Маринелли», в которой хранилась проба воды:

1. *Для предотвращения возможного испарения, образовавшегося конденсата на стенках и крышке сосуда, кюветку с водой осторожно освобождают от упаковочного полиэтиленового мешка и неснимая крышки, без взвешивания, размещают кюветку на детекторе в радиометре для определения активности.*

2. *Кюветку с водой осторожно вытаскивают из радиометра, снимают крышку с кюветки «Маринелли» и производится взвешивание кюветки с водой без крышки и отдельно крышки с образовавшимся конденсатом на ней.*

*Крышка снимается только на время взвешивания, на 30 ÷ 60 секунд.*

*После взвешивания, кюветка с водой плотно закрывается крышкой и вновь размещается на детекторе для определения активности.*

В конце каждого цикла фиксируется масса кюветки с водой, масса крышки с конденсатом, масса воды и температура в комнатных условиях.

Масса пробы воды уменьшилась за 4 месяца (за 24 цикла) на 15г.

С течением времени темная окраска исследуемой пробы воды скоагулировалась и превратилась в хлопья, образовались взвеси, которые осаждаются на дно. Вода постепенно осветлялась и становилась прозрачной.

Изменение удельной активности воды и ее массы в измерительном контейнере кюв. «Маринелли» по циклам приведены в таблице 3.9-2.

*Вывод к опыту 9-2.*

1. В течении одного месяца хранения темно-коричневый окрас воды превратился в темные хлопья и осел на дно, вода стала прозрачной с желтым оттенком.

2. До образования осадка на дне, удельная активность измеренная при закрытой крышке, всегда меньше, чем после снятия крышки для взвешивания (см. таблицу 3.9-2, цикл 8, 9,10).

После цикла 10, осадок лежал на дне кюветки, он был легко подвижен и всплывал при малейшем колебании и броуновском движении. Удельная активность, измеренная при закрытой крышки и после снятия крышки, периодически менялись друг относительно друга.

3. На изменение удельной активности влияет и расположение осадка и изменение комнатной температуры.

4. В общем удельная активность радиоактивной воды уменьшилась к 24 циклу (через 4 месяца) незначительно – на 12,9 Бк/кг и масса пробы уменьшилась за этот период на 15г.

5. Естественный распад ядер цезия-137 за 110 суток мог составить: 25.01.07-удельная активность составляла  $C_0 = 118,2$  Бк/кг

15.05.07 (через 110 суток)  $C_t = C_0 \cdot \exp \frac{-0,693t}{T_{1/2}}$

$$C_t = 118,2 \cdot \exp \frac{-0,693 \cdot 0,3}{30} = 118,2 \cdot 0,993 = 117,4 \text{ Бк/кг}$$

Следовательно, за 110 суток распад (110 сут=0,3 года) составил:

$$118,2 - 117,4 = 0,8 \text{ Бк/кг}$$

6. Дополнительно, внесенный в воду коагулянт, может способствовать более быстрому образованию и осаждению хлопьев, с прилипшими к ним радионуклидами.

7. Активность радионуклидов осевших на дно скорее всего гасится слоем воды над осадком.

Таблица 3.9 - 2.- Изменение радиоактивности воды при хранении в (закрытом) сосуде «Маринелли» без перемешивания, при комнатной температуре.

Дата определения активности.	Цикл хранения		Температура $t^{\circ}_{\text{ком С}}$	Общая масса кюв. + вода. г	В том числе			Активность пробы воды				Примечание
	№ цикла	Продолжительность. сут			Вода. г	Крышка с конденсатом. г	Кюв. с водой г	Масса навески. мл	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность, Бк/л	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25.01.07	Начало	-	20 <sup>0</sup>	565,2	285	65,2	50	285	70	103,7	118,2	Вода темно-корич. цвета, без осадка.
26.01.07	1	1	20 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-	70	102,7	114,8	
27.01.07	2	1	20 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-	70	102,33	113,4	
29.01.07	3	2	20 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-	70	100,98	108,7	
30.01.07	4	1	20 <sup>0</sup>	-	283,85	-	-	-	70	100,8	108,5	
3.02.07	5	4		-	282,9	-	-	-	70	101,7	112,1	
7.02.07	6	4	18 <sup>0</sup> -16 <sup>0</sup>	562,6	282,2	65,4	497,2	282,20	70	97,8	98,4	
10.02.07	7	3	18 <sup>0</sup>	562,2	282,0	65,2	497	282,0	70	100,8	109,2	
12.02.07	8	2	18 <sup>0</sup> -16 <sup>0</sup>	б/в					70	97,47	97,6	
-//-				561,9	281,5	65,4	496,5	281,5	70	98,92	102,7	
15.02.07	9	3	16 <sup>0</sup> -18 <sup>0</sup>	б/в					70	98,77	102,3	
-//-				561,5	281,15	65,35	496,5	281,15	70	99,69	105,5	
20.02.07	10	5	18 <sup>0</sup>	б/в					70	101,45	112,0	
-//-				561,05	280,85	65,2	495,85	280,85	70	100,1	107,1	
22.02.07	11	2	18 <sup>0</sup>	б/в					70	98,13	100,4	Образовался темный хлопьевидный осадок
-//-				560,45	280,2	65,25	495,2	280,2	70	97,9	99,7	
27.02.07	12	5	17 <sup>0</sup>	б/в					70	98,48	101,8	Осадок на дне, ко дну не прилипает.
-//-				560,5	279,8	65,25	494,8	279,8	70	98,23	100,9	
5.03.07	13	6	18 <sup>0</sup>	б/в					70	98,89	103,5	Вода стала светло-желтого цвета
-//-				559,3	279,1	65,5	494,1	279,1	70	98,59	102,4	
9.03.07	14	4	23 <sup>0</sup>	б/в					70	99,97	107,7	
				558,5	278,3	65,2	493,3	278,30	70	97,34	98,24	
15.03.07	15	6	22 <sup>0</sup>	б/в					70	99,04	104,9	
-//-				557,5	277,3	65,2	492,3	277,3	70	97,17	98,0	
21.03.07	16	6	23,7 <sup>0</sup>	б/в					70	98,2	102,1	

продолжение таблицы 3.9-2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
22.03.07		7	23,7 <sup>0</sup>	556,35	276,15	65,2	491,15	276,15	70	96,3	95,4	
28.03.07	17	7	23,7 <sup>0</sup>	б/в					70	96,7	97,06	
-//-				555,3	275,1	65,2	490,1	275,1	70	98,87	104,8	
2.04.07	18	5	24 <sup>0</sup>	б/в					70	99,7	108,21	
-//-				554,25	274,75	65,2	489,05	274,75	70	97,88	101,7	
9.04.07	19	7	16 <sup>0</sup>	б/в					70	97,6	100,9	Осадок на дне. На крышке большой конденсат
-//-				553,75	273,55	66,6	487,15	273,55	70	98,88	105,4	
16.04.07	20	7	14,5 <sup>0</sup>	б/в					70	99,04	106,8	
-//-				552,1	271,9	65,9	486,2	271,9	70	9,01	106,7	
23.04.07	21	7	12,5 <sup>0</sup>	б/в					70	98,67	105,6	Осадок на дне, подвижный. На крышке конденсата стало меньше.
				551,7	271,5	65,6	486,1	271,5	70	98,48	104,9	
8.05.07	22	15	16 <sup>0</sup>	б/в					70	99,75	109,8	
-//-				551,1	270,9	65,4	485,7	270,9	70	99,6	109,3	
15.05.07	23	7	16,5 <sup>0</sup>	б/в					70	98,04	103,8	
				550,45	270,25	65,2	485,25	270,25	70	98,47	105,3	Осадок на дне, вода светло-желтого цвета. Конденсата нет.
18.05.07	24	3	20,3 <sup>0</sup>	б/в					70	97,37	101,4	
-//-				550,2	270,0	65,2	485	270	70	96,22	97,11	

Примечание: Активность пробы в каждом цикле проверялась дважды: 1. Первый раз закрытый сосуд «Маринелли» с водой сразу ставили на детектор РУБ 01 –П6 для определения активности непроизводя взвешивания (б/в), т.к. предел точности весов ниже общей массы «Маринелли» с водой.  
2. Второй раз для определения массы пробы снимали крышку и производили взвешивание отдельно массы крышки с конденсатом и открытой «Маринелли» с водой.

#### **ОПЫТ 9-4. Изменение радиоактивности воды при испарении с поверхности в открытом сосуде без перемешивания, при комнатной температуре. (Испарение в 1 этап).**

*Исходные данные опыта 9-4.*

Для опыта использовалась радиоактивная вода, оставшаяся после опыта 9-2, массой 270г, с первоначальной удельной активностью 97,1 Бк/кг, которая хранилась 4 месяца (24 цикла) в кюветке «Маринелли» при плотно закрытой крышке. Проба воды - с осадком на дне, образовавшегося в процессе естественной коагуляции при выполнении опыта 9-2.

Настоящий опыт является продолжением опыта 9-2 и проводится в том же измерительном контейнере –кюветка «Маринелли» и в тех же комнатных условиях. Радиоактивная вода в опыте 9-4, для создания условий испарения отличающихся от условной в опыте 9-2, хранилась в кюветке «Маринелли» с открытой крышкой.

После окончания опыта 9-2, воду из кюветки «Маринелли» не переливали. Масса пустой кюветки 215г, масса крышки 65,2г. Размеры кюветки «Маринелли» см. **Часть II.2.2, рис. II.2.**

*Цель проведения опыта 9-4.*

1. Изучить испарение радионуклидов цезия-137, вместе с испаряющейся водой с открытой поверхности, при комнатной температуре.

*Условия проведения опыта 9-4*

Подготовка радиоактивной воды, для проверки изменения ее радиоактивности в результате испарения воды с открытой поверхности, проводилась в определенной последовательности, после каждого периода испарения (цикла), независимо от его продолжительности.

3. Хранение воды в сосуде с открытой крышкой (испарение воды с открытой поверхности).

- Масса исследуемой пробы 270г, оставшаяся в кюветке «Маринелли» после окончания опыта 9-2, вновь, взвешивалась на весах с точностью до 0,01г вместе с кюветкой и определялась ее первоначальная удельная активность.

После определения активности, взвешенная проба воды в открытой кюветке «Маринелли» прикрывалась с поверхности марлевой салфеткой в один слой, помещалась в открытый полиэтиленовый мешок, для ограждения от попадания постороннего мусора, пыли и других примесей. Подготовленная кюветка с исследуемой пробой воды, для испарения, помещалась в прохладное укромное место (на полу из линолеума) в комнатных условиях, где установлен радиометр РУБ-01П6.

Условия испарения в опыте 9-4 подобны условиям хранения воды в опыте 9-2.

- На период испарения кюветка с водой находилась в покое, ее запрещалось взбалтывать, помешивать и снимать марлевую салфетку.

- Продолжительность цикла испарения 4 ÷ 6 суток, всего проведено 6 циклов.  
 2. Определение активности пробы воды на радиометре РУБ-01П6 проводилось в конце каждого цикла испарения, прямо, в кюветке «Маринелли», в которой происходило испарение воды.

- Для определения активности, кюветка «Маринелли» освобождается от полиэтиленового мешка, снимается марлевая салфетка и проводится взвешивание кюветки с исследуемой пробой. После взвешивания, измерительный контейнер плотно закрывается крышкой и проводилось измерение активности.

В конце каждого цикла фиксируется общая масса кюветки с водой, масса оставшейся воды после испарения и температура в комнатных условиях. За 6-ть циклов (24-х суток) масса воды уменьшилась за счет испарения с 270г до 129,2г.

Изменение удельной активности воды и ее массы, в результате испарения из сосуда с открытой поверхностью по циклам, приведены в **таблице 3.9-4.**

*Вывод к опыту -9-4.*

1. В результате испарения воды в течении 24 суток, масса воды уменьшилась в 2,09 раза, а удельная активность возросла в 1,95 раза.

2. Удельная активность возросла:

- за счет повышения концентрации радионуклидов цезия-137 в оставшейся воде;

- показатели активности пробы увеличиваются с уменьшением массы и объема в измерительном контейнере (см. Часть III.1, опыт 9-1).

3. Увеличение активности по циклам испарения неравномерное и зависит от количества испарившейся воды и от температуры в комнатных условиях.

4. Чтобы сделать вывод о величине радионуклидов, испарившихся вместе с водой, необходимо произвести разбавление остатка воды (129,2г), с повышенной концентрацией радионуклидов после испарения (188,9 Бк/кг), чистой дистиллированной водой до первоначального объема (до 270г) и вновь проверить активность (см. опыт 9-6, испарение в 3-и этапа с последующим разбавлением остатка воды).

Таблица 3.9-4- Изменение радиоактивности воды при испарении с открытой поверхности в открытом сосуде «Маринелли», без перемешивания, при комнатной температуре.

Дата определения активности.	Цикл испарения		Температура в комнате  С°	Общая масса сосуда + вода  г	Активность пробы воды				
	№ Цикла	Продолжительность. сут			В т.ч.	Фон	Активность навески	Удельная активность. Бк/л	Изменение + -
1	2	3	4	5	Масса воды. мл	Бк	Бк	Бк/л	Бк/л
18.05.07	Начало	-	20,3 <sup>0</sup>	485	270	70	96,22	97,1	
24.05.07	Цикл 1	6	26 <sup>0</sup>	467,1	252,1	70	94,84	98,74	+1,64
28.05.07	Цикл 2	4	28,5	434,8	219,8	70	95,76	117,2	+20,1
1.06.07	3	4	28,5	418,4	203,4	70	95,3	124,4	-7,2
7.06.07	4	6	24,8	369,8	154,8	70	96,12	168,7	+44,3
11.06.07	5	4	24,5	344,2	129,2	70	94,4	188,89	+20

**ОПЫТ 9-5. Изменение радиоактивности воды при испарении с поверхности в открытом сосуде, при подогреве до 50<sup>0</sup>С, без перемешивания, с разбавлением дистиллированной водой. (Испарение в 3 этапа).**

*Исходные данные опыта 9-5.*

В настоящем опыте использовалась радиоактивная вода нового приготовления, в отличии от опытов 9-2, 9-4, 9-6.

Радиоактивная вода подготовлена в лабораторных условиях методом неоднократного 3-х минутного перемешивания радиоактивного илистого грунта массой 600г, с удельной активностью 5000 Бк/кг и дистиллированной воды, объемом -2,0 литра.

Грунт – из к-за «Комсомолец» Новозыбковского района, из верхнего 5 см слоя, с гумусом. Вода подготавливалась в закрытом пластмассовом сосуде. Смесь грунта с водой взбалтывалась, при закрытой крышке в течении 3 мин один раз в сутки, регулярно с 20.09.06г до 20.11.06г. До 1.04.07г – смесь грунта с водой стояла в покое в закрытом сосуде, взбалтывание возобновили с 1.07.07г.

Приготовленную радиоактивную воду первый раз сливали 9.07.07г. Вода была мутная, черная, как мазут, удельная радиоактивность этой воды – 88,6 Бк/кг. Слитая мутная вода оставалась в покое 2-е суток для осаждения мути, вода стала без видимых взвесей, по цвету-черная, с удельной активностью 33,6 Бк/кг.

Приготовленная, таким образом, радиоактивная вода подвергалась испарению, при подогреве до 50<sup>0</sup>С в течении нескольких часов.

Масса исследуемой пробы воды -289,2г.

В качестве испарительного сосуда использовался измерительный контейнер–кюветка «Маринелли». Масса пустой кюветки 210,8г, размеры кюветок «Маринелли», см. **Часть II.2.2, рис. II.2.**

Подогрев воды осуществляется, прямо, в открытой кюветке «Маринелли» на стабилизаторе до 45<sup>0</sup> ÷ 50<sup>0</sup>С.

*Цель проведения опыта 9-5.*

1. Изучить испарение радионуклидов цезия-137 вместе с испаряющейся водой с открытой поверхности, при подогреве воды до 45<sup>0</sup> ÷ 50<sup>0</sup>С, с периодическим неоднократным разбавлением остатка радиоактивной воды, с повышенной концентрацией радионуклидов, дистиллированной водой.

*Условия проведения опыта 9-5*

Опыт 9-5 по цели и условиям выполнения похож на опыт 9-6, но с подогревом до 50<sup>0</sup>С, с радиоактивной водой другого приготовления и с применением нового измерительного сосуда –кюветка «Маринелли» массой 210,8г.

Опыт 9-5, по испарению с подогревом, выполняется в 3-и испарительных этапа по 6÷7 циклов каждый.

Подготовка радиоактивной воды для проверки изменения ее активности, в результате испарения из открытого сосуда с подогревом до 45-50<sup>0</sup>С, проводилась в определенной последовательности для каждого этапа и каждого цикла испарения, независимо от их продолжительности.

1. Подогрев воды в **открытом** сосуде (испарение воды в открытом сосуде с подогревом до 45<sup>0</sup> ÷ 50<sup>0</sup>С).

Измерительный контейнер «Маринелли» заполняется пробой воды массой 289,2г и взвешивается с точностью до 0,01г вместе с кюветкой (без крышки).

- После определения первоначальной активности, взвешенную пробу воды в открытой (без крышки) кюветке «Маринелли» размещают на разогретый стабилизатор, для проведения цикла испарения с подогревом, на 5-12 часов.

2. Охлаждение воды в **закрытом** сосуде после подогрева.

Через 5-12 часов кюветка, с подогретой исследуемой пробой, закрывается крышкой, упаковывается в плотно-закрытый полиэтиленовый мешок и помещается в специально отведенное, прохладное, укромное место, на полу в комнатных условиях, где установлен радиометр РУБ-01П6, для охлаждения на 12-24 часа.

На период подогрева и охлаждения кюветка с водой находилась в покое, ее запрещалось взбалтывать, помешивать, встряхивать.

Продолжительность каждого цикла испарения с подогревом 1,5÷2 суток. В каждом испарительном этапе проводилось по 6-7 циклов испарения с подогревом.

3. Определение активности пробы воды на радиометре РУБ-01П6 проводилось в конце каждого цикла, после охлаждения пробы, прямо в кюветке «Маринелли», по правилам установленным в опыте 9-4.

4. Разбавление остатка воды, с повышенной концентрацией радионуклидов после испарительного этапа, до первоначального объема, проводилось дистиллированной водой.

- Конец испарительного этапа считается, когда в кюветке остается проба воды 70 ÷ 50г.

- После окончания испарительного **этапа I** в кюветку «Маринелли», к остатку в ней воды массой 74,2г с удельной активностью 142,6 Бк/кг, доливалась дистиллированная вода до первоначального объема пробы массой 289,2г.

- Только **в начале каждого этапа** испарения, разбавленная вода в кюветке перемешивалась и определялась активность разбавленной пробы.

Далее, в течении всего этапа испарения, исследуемая проба, после каждого цикла испарения, не перемешивается.

Изменение удельной активности воды и ее объема, в результате испарения с открытой поверхности, после подогрева до 50<sup>0</sup>, для трех этапов испарения по циклам, приводится в таблице 3.9-5.

*Вывод к опыту 9-5.*

1. При нагревании увеличивается скорость коагуляции, образуются взвеси и вода становится прозрачной. Образовавшиеся взвеси выпадают в осадок.

2. При испарении, с коротким подогревом в течении 3-12 часов на стабилизаторе, вода нагревается до температуры не более  $30 \div 35^{\circ}\text{C}$  и общее испарение радионуклидов вместе с водой, в процентном отношении к первоначальной активности, больше, чем при комнатной температуре. Интенсивность испарения выше при нагревании.

Например:

Опыт 9-5. Удельная активность воды:

начало этапа I – 33,6 Бк/кг;

начало этапа IV – 26,2 Бк/кг.

Испарение за 6,44 сут (154,5 часа – чистое время подогрева) составило:

$$\frac{33,6 - 26,2}{33,6} \cdot 100 = 22\%$$

Опыт 9-6. Удельная активность воды:

начало этапа I – 97,1 Бк/кг;

начало этапа IV – 80 Бк/кг.

Испарение за 75 сут при комнатной температуре составило:

$$\frac{97,1 - 80}{97,1} \cdot 100 = 17,6\%$$

Интенсивность испарения в течении суток составила для:

Опыт 9-5 при испарении с подогревом:

$$\frac{7,4 \text{ Бк/кг}}{6,44 \text{ сут}} = 1,15 \text{ Бк/кг в сутки}$$

Опыт 9-6 испарение при комнатной температуре:

$$\frac{17,1 \text{ Бк/кг}}{75 \text{ сут}} = 0,23 \text{ Бк/кг в сутки}$$

Интенсивность испарения с подогревом в 5 раз больше, чем при комнатной температуре.

Таблица 3.9-5. Изменение радиоактивности пробы воды в открытом сосуде «Маринелли» при испарении в 3 этапа, с подогревом на стабилизаторе до температуры 30-50<sup>0</sup>С, с заменой испарившейся воды на чистую дистиллированную в конце очередного этапа.

Дата определения активности.	№ цикла испарения	Масса воды г	Подогрев		Охлаждение		Температура комнатная t <sup>0</sup> С	Активность			
			Тип	Продолжительность. час	Тип	Продолжительность. час		Фон Бк	Активность пробы Бк	Удельная активность Бк/кг	Изменение + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Этап I	Вариант II - испарение с подогревом									
12.07.07	Начало	289,2	-	-	-	-	23,3	67,12	76,84	<b>33,6</b>	-
16.07.07	Цикл 1	252,2	стабили- затор	7	воздух	12	23,3	67,12	77,47	41,02	+8,6
17.07.07	Цикл 2	219	-//-	7	воздух	11	24,0	67,12	77,1	45,6	+4,6
18.07.07	Цикл 3	194,2	-//-	5	воздух	18	24,5	67,12	76	45,7	+0,1
19.07.07	Цикл 4	139,4	-//-	10	воздух	19	24	67,12	77,12	71,7	+26,0
24.07.07	Цикл 5	111,2	-//-	7,5	воздух	13	24	67,12	78,82	105,2	+33,5
26.07.07	Цикл 6	74,2	-//-	8,5	воздух	13	24	67,12	77,7	142,6	+37,4
	Этап II										
26.07.07	Начало	300	-	-	-	-	24	67,12	76,5	<b>31,27</b>	-
27.07.07	Цикл 1	254,5	стабили- затор	7	воздух	13	24	67,12	75,76	33,9	+2,04
29.07.07	Цикл 2	200,3		10	воздух	36	23,5	67,12	77,54	52	+18,1
31.07.07	Цикл 3	162,8		7	воздух	20	22,8	67,12	77,77	65,4	+13,4
1.08.07	Цикл 4	133,9	-//-	8	воздух	15	22,7	67,12	79	88,7	+33,3
2.08.07	Цикл 5	122	-//-	3	воздух	17	21,8	67,12	77,55	85,5	-3,2
4.08.07	Цикл 6	90,1	-//-	7	воздух	10	20,5	67,12	77,26	112,5	+27
7.08.07	Цикл 7	52,3	-//-	10	воздух	37	21,5	67,12	75,47	159,8	+37,3
	Этап III										
7.08.07	Начало	289,2	-	-	-	-	21,5	67,12	76,5	<b>32,4</b>	-
13.08.07	Цикл 1	236	стабили- затор	12	воздух	53	23,5	67,12	74,64	31,86	-0,54
14.08.07	Цикл 2	214,2	-//-	6	воздух	12	24,0	67,12	76,19	42,3	+10,64
16.08.07	Цикл 3	167,4	-//-	12	воздух	15	24,0	67,12	76,85	58,1	+5,8
18.08.07	Цикл 4	113,6	-//-	12	воздух	26	25,2	67,12	76,16	79,6	+21,5
20.08.07	Цикл 5	76,3	-//-	8,5	воздух	8,5	25,5	67,12	76,6	124,2	+47,6
22.08.07	Цикл 6	51,2	-//-	4	воздух	18	25,5	67,12	74,4	142,2	+18
	Этап IV										
22.08.07	Начало	289,2	-	-	-	-	25,5	67,12	74,63	26,2	

**ОПЫТ 9-6. Изменение радиоактивности воды при испарении с поверхности в открытом сосуде, с разбавлением дистиллированной водой, без помешивания, при комнатной температуре. (Испарение в 3 этапа).**

*Исходные данные к опыту 9-6.*

Для опыта используется радиоактивная вода из опыта 9-4 массой 129,2г, оставшаяся в измерительном контейнере –кюветка «Маринелли» после испарения, с активностью 188,9 Бк/кг на 11.06.07г.

Проба воды с осадком на дне, образовавшегося в процессе естественной коагуляции еще при выполнении опыта 9-2.

Опыт 9-4 для опыта 9-6, является первым этапом испарения с открытой поверхности, состоящем из 5-ти циклов испарения.

В опыт 9-6 проводилось два дополнительных этапа испарения с открытой поверхности, в том же измерительном контейнере – кюветка «Маринелли». Для создания условий испарения исследуемая проба хранилась в открытой кюветке в течении всего периода испарения.

После окончания опыта 9-4 остаток воды в кюветке «Маринелли» разбавлялся, в начале каждого следующего этапа испарения, дистиллированной водой до первоначального объема – 270г.

Масса пустой кюветки 215г, масса крышки 65,2г. Размеры кюветки «Маринелли» см. **Часть II.2.2, рис. II.2.**

*Цель проведения опыта 9-6.*

1. Изучить испарение радионуклидов цезия-137 вместе с испаряющейся водой при комнатной температуре и неоднократном разбавлении остатка радиоактивной воды, с повышенной концентрацией радионуклидов, дистиллированной водой.

*Условия проведения опыта 9-6*

Подготовка радиоактивной воды для проверки изменения ее активности, в результате испарения воды из открытого сосуда, проводилась в определенной последовательности для каждого этапа и каждого цикла испарения, независимо от их продолжительности:

1. Восстановление остатка воды, с повышенной концентрацией радионуклидов после испарительного этапа, до первоначального объема, путем разбавления дистиллированной водой.

- После окончания испарительного этапа I (см. опыт 9-4) в кюветку «Маринелли», с оставшейся в ней водой массой 129,2г и удельной активностью 188,9 Бк/кг, доливалась чистая дистиллированная вода до первоначального объема – 270г.

- Только в **начале каждого этапа** испарения разбавленная вода перемешивается в кюветке «Маринелли» и определяется активность разбавленной пробы.

Далее в течении всего этапа испарения исследуемая проба, после каждого цикла испарения, не перемешивается.

- В настоящем опыте проводилось два этапа испарения – этап II и этап III, по  $5 \div 6$  циклов соответственно в каждом.

- Продолжительность испарительного этапа определялась скоростью испарения, и остатком воды в измерительном контейнере не более 130г.

2. Хранение воды в сосуде с открытой крышкой (испарения воды с открытой поверхности) в комнатных условиях и определение активности пробы воды на радиометре РУБ-01П6 проводились, для каждого этапа испарения, по правилам установленным в опыте 9-4.

Изменение удельной активности воды и ее массы, в результате испарения с открытой поверхности, для трех этапов испарения по циклам, приводятся в таблице 3.9-6.

*Вывод к опыту 9-6.*

1. Удельная активность воды, после каждого **этапа** испарения, после очередного разбавления остатка радиоактивной воды дистиллированной водой, уменьшается.

Например:

**В начале испарительного этапа I** удельная активность воды массой 270г составляла – 97,1 Бк//кг;

**В начале этапа II**, после первого разбавления остатка радиоактивной воды, удельная активность для пробы воды массой 270г составила – 84,9 Бк/кг.

**В начале этапа III**, после второго разбавления, удельная активность составила – 81,48 Бк/кг.

2. Удельная активность пробы воды массой 270г, после трех этапов испарения в течении трех месяцев, уменьшилась на 15,6 Бк/кг.

Следовательно, радионуклиды цезия-137 испаряются с открытой водной поверхности вместе с водой.

3. Испарение идет неравномерно и зависит от температуры, продолжительности испарительного цикла и от слоя воды в измерительном контейнере.

Таблица 3.9.6. – Изменение радиоактивности пробы воды в открытом сосуде «Маринелли» при испарении в 3-и этапа, при комнатной температуре, с заменой испарившейся воды на чистую дистиллированную в конце очередного этапа.

Дата определения активности.	Цикл и этап испарения		Температура в комнате.  t <sup>0</sup> C	Масса воды.  г	Активность			
	№, № цикла, этапа.	Продолжительность.  сут			Фон	Отсчет	Удельная активность.	Изменение. + -
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Этап I	Вариант I – испарение при комнатной температуре.							
18.05.07	Начало	-	20 <sup>0</sup>	270	70	96,22	97,1	-
24.05.07	Цикл 1	6	26 <sup>0</sup>	252,1	70	94,89	98,74	+1,64
28.05.07	Цикл 2	6	28,5 <sup>0</sup>	219,8	70	95,76	117,2	+18,46
1.06.07	Цикл 3	3	28,5 <sup>0</sup>	203,4	70	95,3	124,4	+7,2
7.06.07	Цикл 4	6	24,8 <sup>0</sup>	154,8	70	96,12	168,7	+44,3
11.06.07	Цикл 5	4	24,8 <sup>0</sup>	129,2	70	94,4	188,9	+20,2
Этап II								
11.06.07	Начало	-	24,8 <sup>0</sup>	270	70	92,93	84,9	-
20.06.07	Цикл 1	9	26,5 <sup>0</sup>	231,05	70	92,27	96,4	+11,5
23.06.07	Цикл 2	3	24,2 <sup>0</sup>	2008,2	70	92,44	107,8	+11,4
28.06.07	Цикл 3	5	23,5 <sup>0</sup>	183,3	70	93,64	129	+21,2
4.07.07	Цикл 4	6	23,2 <sup>0</sup>	152,6	70	96,15	171,6	+42,6
10.07.07	Цикл 5	5	22,2 <sup>0</sup>	115	70	95,26	219,6	+48,0
Этап III								
11.07.07	Начало	-	22,4 <sup>0</sup>	270	70	92,0	81,48	-
18.07.07	Цикл 1	7	23,3 <sup>0</sup>	244,7	70	89,3	78,9	-25,8
25.07.07	Цикл 2	2	24,5 <sup>0</sup>	197,7	70	93,97	121,2	+42,3
26.07.07	Цикл 3	1	24,2 <sup>0</sup>	192	70	90,7	107,8	-13,4
29.07.07	Цикл 4	3	23 <sup>0</sup>	168,9	70	95,37	150,2	+42,4
2.08.07	Цикл 5	3	21,8 <sup>0</sup>	150,8	70	94,61	163,2	+13,0
8.08.07	Цикл 6	6	22,1 <sup>0</sup>	131,45	70	92,18	168,7	+5,5
Этап IV								
8.08.07	Начало	-		270	70	91,6	80	-

Примечание: 1. Вариант II испарение с подогревом см. опыт 9-5, таблица 3.9-5.

## **ОПЫТ 9-7. Изменение радиоактивности воды за счет осаждения радионуклидов цезия-137 на дно и стенки сосуда.**

*Исходные данные опыта 9-7.*

Для настоящего опыта использовалась радиоактивная вода, из опыта по испарению с подогревом, массой 289,2г, с удельной активностью 26,2 Бк/кг на 22.08.07г (см. опыт 9-5, этап IV). Эта радиоактивная вода профильтрована через х/бумажную салфетку для отделения осадка, образовавшегося в процессе коагуляции при выполнении опыта 9-5.

Профильтрованная вода – с небольшим остатком мельчайших частиц, плавающих в придонье сосуда, прозрачная, желто-коричневого цвета, массой 255,35г, с удельной активностью 19,45 Бк/кг, использовалась для выполнения опыт 9-7 в качестве исследуемой пробы. При опорожнении сосуда от исследуемой пробы воды – осадок на дне и стенках, визуальнo, не обнаруживался.

Для заполнения сосуда и переливание исследуемой пробы воды из сосуда в сосуд использовались два одинаковых по габаритам измерительных контейнера:

- Кюветка «Маринелли» -1 (М-1), масса пустой 215,15г;

- Кюветка «Маринелли» -2 (М-2), масса пустой 210,8г;

- Габариты кюветки «Маринелли» и ее основные размеры, см. **Часть**

**П.2.2, рис. П.2.**

*Цель проведения опыта 9-7.*

- Изучить процесс оседания радионуклидов цезия-137 на дно и стенки сосуда из радиоактивной воды, с небольшим количеством взвесей, плавающих в придонье сосуда.

*Условия проведения опыта 9-7*

Изменение концентрации (удельной активности) радионуклидов в исследуемой пробе, после непродолжительного отстоя в сосуде, положено в основу методики определения величины осевших радионуклидов на дно и стенки сосуда .

Подготовка исследуемой пробы воды для проверки изменения ее радиоактивности, в результате оседания радионуклидов на дно и стенки сосуда, после нескольких часов отстоя, проводилась в определенной последовательности, для каждого цикла осаждения, независимо от его продолжительности:

1. Заполнение кюветки «Маринелли» -1 исследуемой пробой воды и определение активности на радиометре РУБ-01П6.

2. Перелив исследуемой пробы из кюветки «Маринелли»-1 в кюветку «Маринелли» -2, для осаждения радионуклидов в течении всего периода отстоя (2÷40) часов.

3. Перелив исследуемой пробы из кюветки «Маринелли» - 2, после отстоя, в «Маринелли»-1, для определения активности на радиометре РУБ-01П6.

При переливании осадок самопроизвольно взбалтывался, перелив выполнялся естественно, (не прибегали к мерам предосторожности по взбалтыванию и специально не взбалтывали). Воду сливали всю до капельки.

Кюветки «Маринелли» -1 и «Маринелли» -2 после опорожнения не ополаскивались чистой водой, а просто протирались на сухо чистой, сухой, разовой салфеткой из стерильного бинта.

Исследуемая проба воды отстаивалась, всегда в одной и той же кюветке «Маринелли»-2 и активность ее определялась всегда в кюветке «Маринелли»-1, так как кюветки М-1 и М-2 отличаются по массе и каждая из них по своему влияет на величину фона при радиометрическом измерении.

Исследуемая проба воды отстаивалась в кюветке «Маринелли» -2, в течении всего периода осаждения, с **закрытой крышкой**.

Для отстоя воды кюветка «Маринелли» - 2 и сухая - пустая «Маринелли»-1 упаковывались в полиэтиленовые мешки и, до следующего радиометрического измерения, помещались в укромное место, в комнатных условиях, где установлен радиометр РУБ-01П6.

В настоящем опыте проведено 8-мь циклов по осаждению радионуклидов. Каждый цикл начинался с переливания исследуемой пробы воды в кюветку «Маринелли» -2. Незначительное уменьшение массы пробы воды, после каждого цикла осаждения радионуклидов, происходило за счет потерь воды на смачивание сухих кюветок «Маринелли» при заполнении и опорожнении, что влияет на неравномерность показателей активности.

Разница в активности пробы воды до и после отстоя и характеризует величину осевших радионуклидов.

Изменение удельной активности исследуемой пробы воды по периодам осаждения приведено в **таблице 3.9-7**.

*Вывод к опыту 9-7.*

1. В течении 8-ми циклов отстоя воды, при общей продолжительности осаждения 131 час 25 мин и 16-ти переливаний воды из кюветки в кюветку:
  - масса исследуемой пробы уменьшилась на 14,65г;
  - удельная активность уменьшилась на 6,56 Бк/кг (с 19,45 до 12,89 Бк/кг);
  - интенсивность осаждения составила 1,2 Бк/кг в сутки.
2. В цикле-4, после ополаскивания кюветок дистиллированной водой с селитрой, активность исследуемой пробы резко увеличилась. Резкое увеличение активности можно только предполагать, как непредвиденное загрязнение исследуемой пробы.

Таблица 3.9-7- Изменение радиоактивности воды за счет осаждения радионуклидов на дно и стенки сосуда.

Дата опред. ак- тив.	№ № цикла оса- ждения и кюветки-ки.	Масса воды.  г	Время, час				Продол- жительность оса- ждения час	Темпера- тура в ком- нате  t <sup>0</sup> C	Активность пробы воды			
			Заполне- ние кювет- ки. час	определение активност- и, час		Опорож- нение кюветки час			Фон.  Бк	Актив. навески.  Бк	Удельная активность.  Бк/кг	Изменен. + -  Бк/кг
				нач.	кон							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Начало											
23.08.07	М-1	255,35	15 <sup>30</sup>	15 <sup>30</sup>	17 <sup>20</sup>	17 <sup>22</sup>	1 <sup>52</sup>	26,2	62,9	67,86	19,45	-
	Цикл 1	(Кюветку протирали сухой салфеткой).										
23.08.07	М-2	254,3	17 <sup>22</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23.08.07	М-1	253,65	20 <sup>35</sup>	20 <sup>35</sup>	21 <sup>30</sup>	21 <sup>30</sup>	3 <sup>13</sup>	26,2	62,9	67,5	18,16	-1,29
	Цикл 2											
23.08.07	М-2	252,4	21 <sup>30</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.08.07	М-1	251,95	14 <sup>00</sup>	16 <sup>05</sup>	18 <sup>00</sup>	18 <sup>00</sup>	41 <sup>00</sup>	27	62,9	66,7	15,08	-4,37
	Цикл 3											
25.08.07	М-2	251	18 <sup>00</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.08.07	М-1	249,8	11 <sup>20</sup>	11 <sup>20</sup>	13 <sup>50</sup>	13 <sup>40</sup>	43 <sup>00</sup>	25,8	62,9	66,7	15,2	-4,25
	Цикл 4	(Кюветку полоскали с селитрой + дистиллированная вода)										
27.08.07	М-2	248,3	13 <sup>40</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.08.07	М-1	248,3	13 <sup>45</sup>	13 <sup>45</sup>	15 <sup>40</sup>	15 <sup>45</sup>	0 <sup>05</sup>	25,8	62,9	67,62	19,02	-0,43
	Цикл 5	(Кюветку протирали сухой салфеткой).										
27.08.07	М-2	247,1	15 <sup>45</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28.08.07	М-1	245,9	12 <sup>45</sup>	12 <sup>45</sup>	14 <sup>40</sup>	14 <sup>45</sup>	21 <sup>00</sup>	25,3	62,9	67,62	17,69	-1,76
	Цикл 6											
28.08.07	М-2	245	14 <sup>45</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28.08.07	М-1	244,6	14 <sup>50</sup>	14 <sup>55</sup>	16 <sup>50</sup>	16 <sup>50</sup>	0 <sup>05</sup>	25,3	62,9	66,57	14,99	-4,46
	Цикл 7											
28.08.07	М-2	243,3	16 <sup>50</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29.08.07	М-1	242,15	13 <sup>30</sup>	13 <sup>30</sup>	15 <sup>50</sup>	15 <sup>50</sup>	21	22,5	62,9	66,24	13,79	-5,66
	Цикл 8											
29.08.07	М-2	241,2	15 <sup>50</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29.08.07	М-1	240,7	16 <sup>00</sup>	16 <sup>00</sup>	18 <sup>00</sup>	18 <sup>00</sup>	0 <sup>10</sup>	22,5	62,9	66,0	12,89	-6,56
Изменение -14, 65							131 <sup>25</sup>	25,36	62,9			-6,56
							(5,47 сут).					

### III 3.2 Осаждение радионуклидов цезия-137 в воде вместе со взвесями.

ОПЫТЫ: 10; 10-1; 10-2; 10-3, 12, 12-1, .20-I, 20-III, 20-

#### IV.

**ОПЫТ 10 Подготовка радиоактивной воды методом перемешивания радиоактивного грунта с дождевой водой и изменение активности мутной воды, в зависимости от времени отстоя.**

**(Слив – из 2-х точек:**

- с глубины – 6см, отстой 1 сут;
- с глубины – 10 см, отстой 1 сут).

*Исходные данные к опыту 10.*

Для опыта использовался радиоактивный грунт массой 500г, с первоначальной удельной активностью 11300 Бк/кг.

Грунт супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, темно-серого цвета, отбирался из верхнего 10-см почвенного слоя на осушительной системе п. Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского района.

Вода дождевая, собрана с водостоков крыш высотных домов в п. Кокино, Выгоничского р-на 6.09.06г.

В качестве емкости для приготовления радиоактивной воды использовался пластмассовый сосуд 1Пр цилиндрической формы, диаметром 10см, высотой 18 см, выполненный из 2-х литровой пластмассовой бутылки. В стенках сосуда прокалывались отверстия  $d = 2 \div 3$  мм для слива воды.

Схематическое изображение емкости 1Пр и расположение точек слива воды приведены на рис. 3.10.

*Цель опыта 10.*

1. Приготовление радиоактивной воды в лабораторных условиях.
2. Изучение изменения активности приготовленной воды по глубине слоя, в зависимости от продолжительности отстоя воды и осаждения взвесей.

*Условия проведения опыта 10.*

Приготовление, слив и определение активности радиоактивной воды проводились в определенной последовательности по циклам, независимо от их продолжительности.

1. Подготовка сосуда 1Пр, для приготовления исследуемой пробы радиоактивной воды.

- У 2-х литровой пластмассовой бутылки срезается верхняя суженная часть, чтобы высота емкости равнялась – 18 см.

- На поверхности, приготовленного, цилиндрического сосуда маркировочным фломастером отмечаются: уровень засыпки сухого радиоактивного грунта; общий уровень воды (отметка «О»); отметки намечаемого слива воды на глубине от верха (от отметки «О») – 2,5 см, 6см, 10см.

- Слив воды на глубину 2,5 см от отметки «О» производился черпаком, через верх сосуда 1Пр.

- Слив воды на глубинах 6 см и 10см, производился через специальное отверстие диаметром 2-3мм в стенке сосуда. **(См. рис. 3.10, точки слива т.6, т.10).**

- На время приготовления исследуемой пробы (перемешивание) отверстия в т.6 и т.10 заклеивались скотчем.

- Перемешивание осуществлялось лопастью приготовленной из металлического штыря диаметром 6мм, согнутого и сложенного вдвое, расстояние между штырями, образующими лопасть – 2,5 см, длина лопасти – 25 см.

- Приготовление радиоактивной воды проводится по циклам. Один цикл состоит из количества перемешиваний компонентов в сосуде по 1,5 минуты один раз в сутки и продолжительности отстоя взмученной воды, после последнего перемешивания.

2. Заполнение сосуда 1Пр компонентами для приготовления радиоактивной воды и порядок их перемешивания (взмучивания).

- Приготовленный сухой, измельченный грунт массой – 500г засыпается в сосуд 1Пр и фиксируется отметка верха насыпного грунта.

- На засыпанный грунт заливается дождевая вода – 1,5 литра, чтобы уровень воды доходил до отметки «О» .

- Заложенные компоненты перемешиваются лопастью из металлического штыря на глубину 17см.

- Перемешивание осуществлялось 1 раз в сутки по 1,5 минуты. До первого слива перемешивание по 1,5 минуты производилось 3-е суток подряд.

- После очередного 1,5 минутного перемешивания, сосуд 1Пр сверху прикрывался полиэтиленовой пленкой, для предотвращения испарения с поверхности и размещался на лабораторном столе, на высоте 80 см от пола.

3. Слив приготовленной воды, определение активности.

- Приготовление радиоактивной воды проводилось по циклам.

- Слив I радиоактивной воды проводился через одни сутки отстоя, после последнего перемешивания. Время отстоя строго фиксировалось.

- Слив производился до уровня – выше сливной точки на 1,0 см, чтобы плавающие на поверхности взвеси не попадали в сливаемую исследуемую пробу воды.

- Слив I, в опыте 10, проводился только из одной сливной точки – т.6, (см. **рис. 3.10**) с глубины 6,0 см от верха. Общая масса слитой воды-500г, вода цвета кофе.

- Проверка активности слитой воды проводилась в день слива, на радиометре РУБ-01Пб в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской – 200г.

4. Повышение радиоактивности полученной исследуемой пробы воды, после слива –I.

- После определения активности, слитая вода из точки - 6 возвращается в сосуд 1Пр и доливается чистая дождевая вода до уровня отметки – «О», чтобы компенсировать непредвиденные потери воды (на смачивание мерных кюветок и измерительного контейнера, потери при транспортировке и т.д).

- При заполненном сосуде 1Пр до отметки «О», производится вновь перемешивание грунта и воды продолжительностью 1,5 минуты, в течении трех суток.

- Слив – II, в опыте 10, проводился последовательно из двух сливных точек через отверстия в стенках сосуда, из т.6 и т.10 (см. рис. 3.10). С глубины 6 см слито 430г и с глубины 10 см – 450г воды.

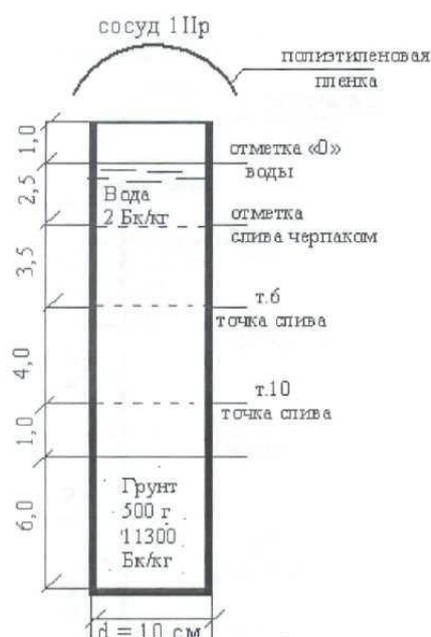
Вода слитая с глубины 10 см более мутная, чем с глубины 6,0 см.

- Проверка активности слитой воды проводится, отдельно по каждой сливной точки, в день слива, на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навесками по 200г.

В опыте 10 проведено 2 цикла по приготовлению радиоактивной воды со сливом из т.6 и т.10, с глубины от верха 6 см и 10 см.

Основные условия проведения опыта, по приготовлению радиоактивной воды по каждому сливу, приведены в сводной таблице 3.10 для всех опытов серии -10, т.е. для **опытов 10; 10-1; 10-2; 10-3**.

Радиоактивность слитой мутной воды, по каждому очередному сливу, приведена в сводной таблице 3.10.1 для всех опытов серии-10, т.е. для **опытов 10; 10-1; 10-2; 10-3**.



Примечания:

- размеры даны в см,
- вода дождевая,
- сосуд с взмученной водой на период отстоя прикрывается полиэтиленовой пленкой;
- точки слива т.6, т.10 на период приготовления радиоактивной воды заклеиваются скотчем,

**Рис. 3.10** Схема расположения точек слива, сосуд 1Пр

*Выводы к опыту 10.*

1. Радиоактивность слитой мутной воды из верхней точки 6, после повторного трех разового взмучивания, увеличилась по сравнению с первым взмучиванием в 2 раза (с 42,3 Бк/кг до 82,8 Бк/кг).
2. Радиоактивность слитой мутной воды из нижней точки 10, после одновременного взмучивания всего слоя воды, значительно выше, чем слитой воды из верхней точки 6 (на 32,5 Бк/кг), следовательно, более мелкие взвеси осаждаются медленнее. Вода в нижнем слое более мутная, чем в верхнем слое при визуальном наблюдении.
3. Нижний слой воды более мутный и более радиоактивный, следовательно, взвеси несут с собой радионуклиды.
4. Для получения воды с повышенной радиацией, следует проводить большее количество взмучиваний.

Таблица 3.10 – Приготовление мутной радиоактивной воды для опытов 10; 10-1; 10-2; 10-3; способом перемешивания в открытом суде – 1 Пр радиоактивного грунта с дождевой водой.

Дата слива воды № опыта.	№, № слива воды и слой воды.	Точка слива		К-во перемешиваний. раз.	Отстаивание. сут	Слитая радиоактивная вода		
		Глубина слоя. см	№ точки			Масса воды. мл	Масса мути в 50 мл. г	Цвет воды
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12.09.06	Слив I							
Опыт 10	слой 1	2,5	-	-	-	-	-	-
	слой 2	3,5	т.6	3	1	500	-	Мутная, как кофе.
	слой 3	4,0	-	-	-	-	-	
18.09.06	Слив II							
Опыт 10	слой 1	2,5	-	-	-	-	-	-
	слой 2	3,5	т.6	3	1	430	-	Мутная, как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	3	1	450	-	Мутность больше чем в верхнем слое.
21.09.06	Слив III							
Опыт 10-1	слой 1	2,5	черпак	3	-	350	1,55	Мутно – грязная.
	слой 2	3,5	т.6	3	1	230	0,3	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	3	1	350	0,45	Как кофе.
27.09.06	Слив IV							
Опыт 10-1	слой 1	2,5	черпак	3	-	300	1,4	Мутно – грязная.
	слой 2	3,5	т.6	3	1	300	0,1	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	3	1	450	0,2	Как т-кофе.
02.09.06	Слив V							
Опыт 10-1	слой 1	2,5	черпак	3	-	290	1,75	Мутно – грязная.
	слой 2	3,5	т.6	3	1	300	0,1	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	3	1	450	0,15	Как т-кофе.
07.10.06	Слив VI							
Опыт 10-1	слой 1	2,5	черпак	3	-	300	1,65	Мутно – грязная.
	слой 2	3,5	т.6	3	1	300	0,15	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	3	1	450	0,15	Как т-кофе.
13.10.06	Слив VII							
Опыт 10-1	слой 1	2,5	черпак	3	-	300	2,25	Мутно – грязная.
	слой 2	3,5	т.6	3	1	300	0,1	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	3	1	450	0,15	Как т-кофе.
19.10.06	Слив VIII							
Опыт 10-1	слой 1	2,5	черпак	3	-	300	1,6	Мутно – грязная.
	слой 2	3,5	т.6	3	1	300	0,15	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	3	1	450	0,15	Как т-кофе.
24.10.06	Слив IX							
Опыт 10-1	слой 1	2,5	черпак	3	-	300	2,25	Мутно – грязная.
	слой 2	3,5	т.6	3	1	300	0,15	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	3	1	450	0,2	Как т-кофе.
30.10.06	Слив X							
Опыт 10-1	слой 1	2,5	черпак	4	-	300	0,5	Мутно – грязная.
	слой 2	3,5	т.6	4	1	300	0,15	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	4	1	450	0,15	Как т-кофе.
7.11.06	Слив XI							
Опыт 10-2	слой 1	2,5	черпак	3	4	300	0,15	Как кофе.
	слой 2	3,5	т.6	3	4	300	0,15	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	3	4	450	0,15	Как кофе.
10.11.06	Слив XII							
Опыт 10-3	слой 1	2,5	черпак	2	-	300	-	Мутно-грязная.
	слой 2	3,5	т.6	2	10	300	-	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	2	10		-	Как кофе.
21.11.06	Слив XIII							
Опыт 10-3	слой 1	2,5	черпак	2	-	300	1,9	Мутно-грязная.
	слой 2	3,5	т.6	2	-	300	0,6	Мутно-грязная.
	слой 3	4,0	т.10	2	-		0,35	Мутно-грязная.
13.12.06	Слив XIV							
Опыт 10-3	слой 1	2,5	черпак	1	10	300	-	Как кофе.
	слой 2	3,5	т.6	1	10	300	-	Как кофе.
	слой 3	4,0	т.10	1	10		-	Как кофе.

Таблица 3.10.1. Изменение активности мутной воды в зависимости от продолжительности отстаивания ее в открытом сосуде – 1 Пр для опытов 10; 10-1; 10-2; 10-3.

Дата слива. № опыта	№, № слива воды и слоя воды.	Глубина слоя. см	Количество взмучиваний по 1,5 мин, разы	Активность мутной воды Бк/л				Масса сухого осадка в 50 мл. воды г	
				Без отстоя	Продолжительность отстоя воды. сут				
					1	2	4		10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12.09.06	Слив I	Взмучивание – помешиванием +150г чистой дождевой воды.							
Опыт 10	Слой 1	2,5	3	-	42,3				
	Слой 2	3,5		-					
	Слой 3	4		-	-	-	-	-	-
18.09.06	Слив II								
Опыт 10	Слой 1	2,5	3	-	-	-	-	-	
	Слой 2	3,5	3	-	82,8	-	-	-	-
	Слой 3	4	3	-	114,3	-	-	-	-
21.09.06	Слив III								
Опыт 10-1	Слой 1	2,5	3	1939	(слив черпаком)				1,55
	Слой 2	3,5	3	-	124,5				0,3
	Слой 3	4	3	-	182,8				0,45
27.09.06	Слив IV								
Опыт 10-1	Слой 1	2,5	3	2011	(слив черпаком)				1,4
	Слой 2	3,5	3	-	127,5				0,1
	Слой 3	4	3	-	186,2				0,2
2.10.06	Слив V								
Опыт 10-1	Слой 1	2,5	3	2419	(слив черпаком)				1,75
	Слой 2	3,5	3	-	138				0,1
	Слой 3	4	3	-	232				0,15
7.10.06	Слив VI								
Опыт 10-1	Слой 1	2,5	3	2212	(слив черпаком)				1,65
	Слой 2	3,5	3	-	-	104,7	-	-	0,15
	Слой 3	4	3	-	-	163	-	-	0,15
13.10.06	Слив VII								
Опыт 10-1	Слой 1	2,5	3	2544	(слив черпаком)			-	2,25
	Слой 2	3,5	3	-	156	-	-	-	0,1
	Слой 3	4	3	-	272	-	-	-	0,15
19.10.06	Слив VIII								
Опыт 10-1	Слой 1	2,5	3	2470	(слив черпаком)				1,6
	Слой 2	3,5	3	-	179,2	-	-	-	0,15
	Слой 3	4	3	-	243,5	-	-	-	0,25
24.10.06	Слив IX								
Опыт 10-1	Слой 1	2,55	3	2482	(слив черпаком)				2,25
	Слой 2	3,5	3	-	179,2	-	-	-	0,15
	Слой 3	4	3	-	227	-	-	-	0,20
30.10.06	Слив X								
Опыт 10-1	Слой 1	2,5	4	2538	(слив черпаком)				2,5
	Слой 2	3,5	4	-	184,5	-	-	-	0,15
	Слой 3	4	4	-	214,3	-	-	-	0,15
7.11.06	Слив XI								
Опыт 10-2	Слой 1	2,5	3	-	(слив черпаком)		115,3	-	0,15
	Слой 2	3,5	3	-	-	-	-	111,1	-
	Слой 3	4	3	-	-	-	-	118,3	-

продолжение таблицы 3.10.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10.11.06	Слив XII								
Опыт 10-3	Слой 1	2,5	2	2508	(слив черпаком)		-		
	Слой 2	3,5	2	-	-	-	-	104,9	
	Слой 3	4	2	-	-	-	-	99,9	
21.11.06	Слив XIII								
Опыт 10-3	Слой 1	2,5	2	2186	(слив черпаком)			73,3	1,9
	Слой 2	3,5	2	1122	-	-	-		0,6
	Слой 3	4	2	890	-	-	-	73,3	0,35
13.12.06	Слив XIV								
Опыт 10-3	Слой 1	2,5	1	-	(слив черпаком)			49,8	
	Слой 2	3,5	1	-	-	-	-	51,8	
	Слой 3	4	1	-	-	-	-	50,9	

**ОПЫТ 10-1 Подготовка радиоактивной воды методом перемешивания радиоактивного грунта с дождевой водой и изменение активности мутной воды, в зависимости от продолжительности отстоя.**

**(Слив – из 3-х точек:**

- с глубины – 2,5 см, без отстоя;**
- с глубины – 6,0 см, отстой 1 сут;**
- с глубины – 10,0 см, отстой 1сут.).**

*Исходные данные к опыту 10-1 (см. опыт 10).*

Опыт 10-1 является продолжением опыта 10 и проводился для приготовления радиоактивной воды с более высокой активностью, чем в опыте 10, после слива II, в том же сосуде IПр, (**см. опыт 10, таблица 3.10 и рис. 3.10**). Нумерация сливов для опытов серии -10 общая.

*Цель опыта 10-1.*

1. Приготовление радиоактивной воды с более высокой радиоактивностью в лабораторных условиях.
2. Изучение изменения активности приготовленной воды по глубине слоя, в зависимости от продолжительности отстоя воды и от величины сухого осадка.

*Условия проведения опыта 10-1.*

Приготовление радиоактивной воды методом перемешивания, слив ее и определение активности на радиометре РУБ-01П6 проводились в определенной последовательности по циклам, не зависимо от их продолжительности, по методике выполнения опыта 10.

В опыте 10-1, для получения радиоактивной воды с более высокой активностью, проводилось 8 сливов приготовленной воды в сосуде IПр, слив III ÷ слив X (**см. таблицу 3.10.1, опыт 10**).

Каждый слив в опыте 10-1 проводился из трех сливных точек (**см. опыт -10, рис.3.10**):

- С глубины 2,5 см от верха, вода сливалась черпаком через верх сосуда, сразу, после последнего 1,5 мин. перемешивания **без отстоя** (слив болтанки).
- С глубины 6,0 см и 10 см от верха, вода сливалась через отверстия в стенке сосуда – т.6, т.10, **через сутки отстоя**, после последнего 1,5 мин. взмучивания.

Проверка активности слитой воды проводилась в день слива.

Активность слитой мутной воды с глубины 2,5 см от верха проверялась на 1 сутки раньше, чем сливы с глубины 6 и 10.

Для определения влияния мутности на радиоактивность приготовленной воды, проводилось высушивание осадка из 50г мутной воды, от каждого слитого слоя с соответствующей глубины.

- Высушивание осадка проводилось в специальных пластмассовых кюветках на электрокалорифере.
- Масса сухого осадка определялась по разности массы чистой - пустой кюветки и кюветки с высушенным осадком.
- Слитая мутная вода возвращается в сосуд 1Пр для последующего приготовления радиоактивной воды. Недостающее количество воды, ушедшее на высушивание осадка 150г и вынужденные потери в процессе опыта, восполняются чистой дождевой водой.

Основные условия проведения опыта, масса сухого осадка на каждые 50г слитой воды и радиоактивность слитой воды по каждому очередному сливу (III÷X), приведены в **таблицах 3.10, 3.10.1 (см. опыт 10).**

#### *Выводы к опыту 10-1.*

- Радиоактивность воды, приготовленной в лабораторных условиях, возрастала, после каждого очередного 3-х разового перемешивания в сосуде 1Пр одних и тех же компонентов.

Радиоактивный грунт в сосуд 1Пр не добавлялся на протяжении всего опыта, но была частичная замена воды, связанная с высушиванием осадка и непредвиденными потерями в процессе опыта.

Следовательно, вынужденное взмучивание (например при движении воды по поверхности и глубине, при волновом взмучивании в водоемах) способствует переносу радионуклидов со взвешями в понижения, на определенные расстояния по склону и т.п.

- Активность мутной воды, прямо пропорциональна массе плавающей мути в ней (высушенному осадку).

**ОПЫТ 10-2 Подготовка радиоактивной воды методом перемешивания радиоактивного грунта с дождевой водой и изменение активности мутной воды, в зависимости от продолжительности отстоя.** (Слив – из 3-х точек: с глубины – 2,5см, отстой 4 сут; с глубины – 6,0 см, отстой 4 сут; с глубины – 10,0 см, отстой 4сут.).

*Исходные данные к опыту 10-2 (см. опыт 10-1).*

Опыт 10-2 является продолжением опыта 10-1 и проводился для выявления скорости снижения активности по слоям воды вертикального профиля, при более продолжительном отстое взмученной воды после слива X, в том же сосуде 1Пр, **см. опыт 10, таблица 3.10.1 и рис. 3.10.**

Нумерация сливов для опытов серии -10 общая.

*Цель опыта 10-2.*

Выявить возможное снижение активности приготовленной радиоактивной воды, при увеличении времени отстоя взмученной воды и изменение при этом величины сухого осадка.

*Условия проведения опыта 10-2.*

Приготовление радиоактивной воды методом перемешивания, слив ее и определение активности на радиометре РУБ-01П6 проводились в определенной последовательности по циклам, не зависимо от их продолжительности, по методике выполнения опытов 10 и 10-1.

В опыте 10-2, для выявления снижения активности, проведен только один слив – XI приготовленной воды в сосуде 1Пр (см. таблицу 3.10.1, опыт 10). Приготовление воды длилось трое суток при 1,5 минутном перемешивании.

Слив XI проводился поочередно из трех намеченных сливных точек, и тем же методом что в опыте 10-1, через 4 суток отстоя воды, после последнего 1,5 мин перемешивания воды. Проверка активности слитой воды из трех точек проводилась в день слива. Для определения влияния мутности на радиоактивность приготовленной воды, проводилось высушивание осадка из 50г мутной воды, от каждого слитого слоя тем же методом, что в опыте 10-1.

Основные условия проведения опыта, масса сухого осадка на каждые 50г слитой воды и радиоактивность слитой воды по сливу XI приведены в таблицах **3.10, 3.10.1 (см. опыт 10).**

*Выводы к опыту 10-2.*

1. После 4-х суточного отстоя приготовленной воды, активность ее по трем слоям вертикального профиля сравнивалась между собой и уменьшилась по сравнению с активностью в соответствующих слоях слива X, почти в 2 раза.
2. Высушенный осадок из 50г мутной воды, каждого слоя в сливе XI, по массе равны между собой.

**ОПЫТ 10-3 Подготовка радиоактивной воды методом перемешивания радиоактивного грунта с дождевой водой и изменение активности мутной воды, в зависимости от продолжительности отстоя.**

**(Слив – из 3-х точек:**

- с глубины – 2,5 см, без отстоя и с отстоем 10 сут;
- с глубины – 6,0 см, без отстоя и с отстоем 10 сут;
- с глубины – 10,0 см, без отстоя и с отстоем 10 сут.).

*Исходные данные к опыту 10-3 (см. опыт 10-2).*

Опыт 10-3 является продолжением опыта 10-2 и проводился для изучения осаждения радионуклидов вместе со взвесьями в мутной воде при длительном отстое и без отстоя в сосуде 1Пр, **см. опыт 10, таблица 3.10 и рис. 3.10.**

Нумерация сливов для опытов серии -10 общая.

*Цель опыта 10-3.*

1. Изучить осаждение и распределение радионуклидов цезия-137 вместе с легкими мельчайшими взвесьями по глубине слоя, после длительного отстоя мутной воды в течении 10 суток и изменение при этом сухого осадка.
2. Изучить осаждение радионуклидов цезия-137 вместе с тяжелыми, крупными взвесьями (песчинками) по глубине слоя, без отстоя мутной воды и изменение при этом сухого осадка.

*Условия проведения опыта 10-3.*

Приготовление радиоактивной воды методом перемешивания, слив ее и определение активности на радиометре РУБ-01П6 проводились в определенной последовательности по циклам, независимо от их продолжительности, по методике выполнения опытов 10; 10-1; 10-2.

В опыте 10-3, для изучения осаждения в мутной воде радионуклидов цезия-137 вместе со взвесьями, (различных по массе), проведено три слива приготовленной воды в сосуде 1Пр. Сливы XII, XIII, XIV, **см. таблицу 3.10.1, опыт 10.**

Приготовление радиоактивной воды для сливов XII и XIII проводилось методом 2-х кратного перемешивания (в течении 2-х суток) по 1,5 мин один раз в сутки, для слива XIV перемешивание проводилось 1раз.

Слив XII - проводился поочередно из трех сливных точек (**см. опыт 10, рис. 3.10**):

- с глубины 2,5 см от верха вода сливалась черпаком через верх сосуда, сразу, после последнего 1,5 мин перемешивания **без отстоя** (слив болтанки);
- с глубины 6,0 см и 10,0 см от верха вода сливалась через отверстия в стенке сосуда 1Пр, **через 10 суток отстоя**, после последнего 1,5 мин взмучивания (перемешивания).

Продолжительность каждого слива 7 мин.

Слив XIII - проводился по двум вариантам:

Вариант 1 – слив XIII проводился, поочередно, из всех трех намеченных сливных точек **без отстоя**, после последнего 1,5 мин перемешивания. После определения активности воды, слитой без отстоя, производился отбор 50г воды из каждого слоя для высушивания осадка.

Вариант 2 – слив XIII.

После проверки активности слитая вода в варианте I возвращалась в сосуд 1Пр и доливалось недостающее количество дождевой воды, до уровня отметки «О».

Содержимое в сосуде перемешивалось один раз в течении 1,5 мин и оставлено в покое для отстоя на 10 суток.

Слив XIII - производился вторично через 10 суток отстоя, только из 2-х сливных точек – с глубины 6 см и 10 см.

Высушивание осадка из 50г воды не проводилось.

Слив XIV – производился, поочередно, из трех намеченных сливных точек, **через 10 суток отстоя**, после одного 1,5 мин перемешивания.

Высушивание осадка из 50г воды не проводилось

Основные условия проведения опыта, масса сухого осадка на каждые 50г слитой воды и радиоактивность слитой воды, по каждому очередному сливу XII, XIII, XIV, приведены в таблице 3.10, 3.10.1 (см. опыт 10).

*Выводы к опыту 10-3.*

1. Радиоактивность по слоям слитой воды, после продолжительного отстоя, уравнивается (см. сливы XI, XII) и равномерно уменьшается, при последующих более продолжительных отстоях (см. слив. XIII и XIV).

2. Активность мутной воды по слоям вертикального профиля:

- увеличивается от верхнего слоя к нижнему в сливах после отстоя 1 сутки (см. сливы I, II);

- сравнивается во всех слоях, после более продолжительного отстоя – 4 сут (см. сливы XI, XIII, XIV);

- уменьшается от верхнего слоя к нижнему в сливе без отстоя (см. слив. XIII)

3. Общая масса взвесей во взмученной воде, оседая на дно, (см. слив XIII, без отстоя) перераспределяет активность донных отложений по глубине так, что активность верхнего слоя всегда больше нижележащих слоев.

Для подтверждения предположения вывода 3 проводились опыты 20-III, 20-IV.

**ОПЫТ 12. Осаждение радионуклидов цезия-137 в мутной воде вместе со взвесями, в зависимости от продолжительности отстаивания воды в закрытом сосуде – 5Пр. (Каждый слив +200г дистиллированной воды).**

Исходные данные к опыту 12.

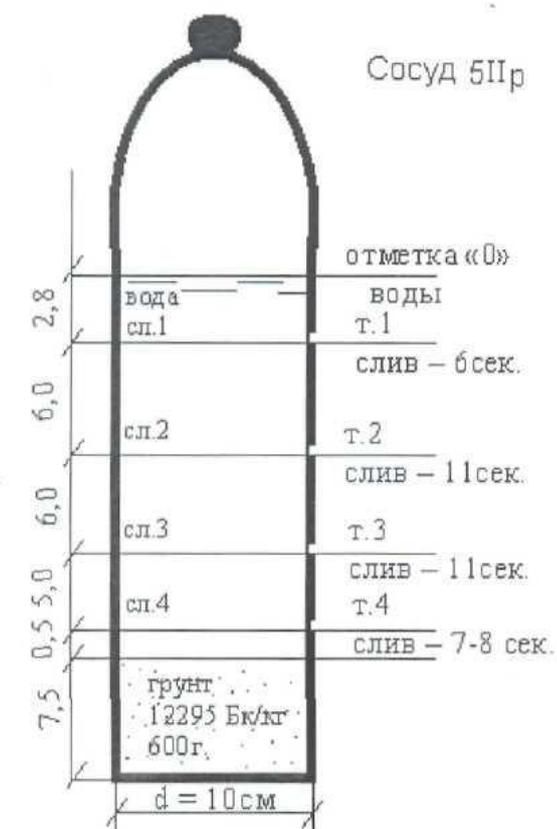
Для опыта использовался радиоактивный грунт массой 600г, с первоначальной удельной активностью 12296 Бк/кг.

Грунт супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, темно-серого цвета, отбирался из верхнего 10 см слоя на осушительной системе п.Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского района.

Вода использовалась дистиллированная объемом 2,1 литра.

В качестве емкости, для приготовления мутной радиоактивной воды, использовался пластмассовый сосуд 5Пр цилиндрической формы, диаметром 10см, высотой 30см, с завинчивающейся крышкой (3-х литровая пластмассовая бутылка). В стенке сосуда 5Пр прокалывались 4 отверстия  $d=2-3$  мм на разной высоте, для осуществления слива воды по слоям.

Схематическое изображение сосуда -5Пр и расположение точек слива воды приведены на рис. 3.12.



**Рис. 3.12** Схема слива отстаившейся воды после взмучивания

### *Цель опыта 12.*

- Изучить скорость осаждения радионуклидов вместе во взвеси в мутной воде, в зависимости от продолжительности отстоя в течении суток, при взмучивании воды в закрытом сосуде методом встряхивания, а не помешивания, как в опытах серии 10.

### *Условия проведения опыта 12.*

Приготовление взмученной радиоактивной воды, ее слив и определение активности проводились в определенной последовательности по циклам слива, независимо от их продолжительности:

#### 1. Подготовка сосуда 5Пр для приготовления исследуемой пробы радиоактивной воды.

- На поверхности приготовленной цилиндрической емкости маркировочным фломастером отмечаются: уровни засыпки сухого радиоактивного грунта; общий уровень воды (отметка «О»); отметки точек слива воды.

- В стенке сосуда в намеченных точках т.1, т.2, т.3, т.4 прокалывалось одно отверстие диаметром 2-3 мм, для последовательного слива слоя воды глубиной, соответственно 2,8 см; 6,0 см; 6,0см; 5,0 см, **(см. Рис. 3.12).**

- На время приготовления исследуемой пробы (взмучивание методом встряхивания) отверстия заклеивались скотчем.

#### 2. Заполнение сосуда 5Пр компонентами, для приготовления мутной радиоактивной воды и способ их взмучивания.

- Приготовленный сухой измельченный грунт массой 600г засыпается в сосуд 5Пр и фиксируется отметка засыпанного грунта.

- На засыпанный грунт заливается дистиллированная вода - 2,1 литра, чтобы уровень воды доходил до отметки «О» (см. рис. 3.12) и сосуд 5Пр плотно закрывался крышкой.

- Заложённые компоненты перемешиваются в закрытом сосуде методом встряхивания и осторожного переливания содержимого из одного конца сосуда в другой, в течении 1,5-3,0 минут.

- После 1,5-3 мин перемешивания, взмученная вода оставалась в закрытом сосуде 5Пр в покое, для отстаивания (от 1 часа до 24 часов) на лабораторном столе, на высоте 80 см от пола.

#### 3. Слив взмученной воды и измерение активности исследуемой пробы.

- Слив взмученной радиоактивной воды, приготовленной методом одноразового встряхивания в течении 1,5-3 мин, производится сразу после назначенного непродолжительного отстоя.

Время отстоя и продолжительность слива строго фиксируются.

- В опыте 12 проведено 9-ть сливов, в т.ч. 7-мь сливов с отстоем воды в течении нескольких часов и 2-а слива (слив 5 и слив 9) без отстоя, в которых слив проводился сразу после взмучивания.

Сливы 1 и 7 проведены через 24 часа отстоя, после 3-х минутного взмучивания. К моменту слива-7 вода в сосуде 5Пр обновилась на 1200г, т.е. на половину, с учетом замены при каждом сливе -200г мутной воды, отправленной для высушивания осадка.

- Каждый из 9-ти сливов проводился из 4-х намеченных точек через отверстие  $d=2 \div 3$  мм в стенке сосуда 5Пр:

т.1 – глубина сливного слоя – 2,8 см;

т.2 – глубина сливного слоя – 6,0 см;

т.3 – глубина сливного слоя – 6,0 см;

т.4 – глубина сливного слоя – 5,0 см;

- Слив проводился до уровня выше точки слива на 0,5см, чтобы плавающая мусть с поверхности не попадала в сливаемую исследуемую пробу.

- Для определения влияния мутности на радиоактивность воды, проводилось высушивание осадка из 50г мутной воды, каждого слитого слоя, по методике примененной в опыте 10-1.

- Проверка активности слитой воды проводится в день слива, на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли», с навеской 250г.

4. Подготовка исследуемой пробы взмученной радиоактивной воды, для проведения очередного слива.

- После определения активности всех 4-х слоев слитой воды, проводилось возвращение мутной воды в сосуд 5Пр и доливалась чистая дистиллированная вода до уровня отметки «О», вместо 200г слитой воды, ушедшей на высушивание осадка и непредвиденных потерь на смачивание мерных кюветок, измерительных контейнеров и потерь при транспортировке и т.д.

- При заполнении сосуда 5Пр водой до отметки «О», производилось вновь перемешивание грунта и воды по схеме описанной в пункте 2, настоящих условий проведения опыта.

Основные условия проведения опыта по приготовлению мутной радиоактивной воды и определение радиоактивности, по каждому очередному сливу, по слоям вертикального профиля, приведены в таблицах 3.12, 3.12.1.

Сравнительные показатели активности воды без отстоя по сливам 8 и 9 – сосуд 5Пр (см. опыт 12) и слива XIII – сосуд 1Пр (см. опыт 10-3) приведены в таблице 3.12.2.

*Вывод к опыту 12.*

1. При высушивании осадка из 50г мутной воды, с каждого слитого слоя, не удалось обнаружить разницу в массе мути по слоям, т.к. осадок имел незначительную массу.

2. Удельная активность мутной воды, после одноразового взмучивания в течении 3 минут в закрытом сосуде, уменьшается с увеличением количества часов отстоя от 1 часа до 24 часов, соответственно от 144 Бк/кг до 21,5 Бк/кг.

3. Ускорить осаждение радионуклидов вместе со взвесями возможно, с введением в мутную воду коагулянта.

4. Радиоактивность по слоям вертикального профиля распределяется в мутной воде в зависимости от продолжительности отстоя:

- после, даже непродолжительного отстоя (1 час), удельная активность

увеличивается от верхнего слоя к нижнему;

- при увеличении продолжительности отстоя, после каждого одноразового 3,0 мин взмучивания, удельная активность мутной воды уменьшается во всех слоях постепенно, но активность нижнего слоя остается наибольшей, а верхнего – наименьшей;

- без отстоя удельная активность в верхнем слое наибольшая, а в нижележащих резко уменьшается, в самом нижнем слое активность в 5 раз меньше верхнего слоя. Продолжительность слива каждого слоя около 7 мин;

- при взмучивании более легкие частицы грунта (и наиболее радиоактивные) всплывают, тяжелые (и менее радиоактивные) всплывают на меньшую высоту и под тяжестью своего веса осадения их идет быстрее.

Осадок на дне распределяется по крупности частиц с учетом мехсостава и в верхнем слое всегда откладываются самые мелкие и легкие частицы, поэтому илистые отложения в водоемах наиболее радиоактивны в верхнем слое.

Для проверки этого предположения проведены опыты 20-III, 20-IV.

Таблица 3.12. – Приготовление мутной радиоактивной воды способом перемешивания в закрытом сосуде радиоактивного грунта с дистиллированной водой. (Добавление чистой дистиллированной воды по 200г в сосуд - 5 Пр после каждого слива).

Дата определения активности	№ № слива и слоя воды	Точка слива		Кол-во взмучиваний.	Отстаивание час	Слитая вода		
		Глубина слоя.	№ точки			Масса воды.	Масса мути. в 50 мл.	Цвет воды
1	2	см		разы		мл	г	
11.11.06	Слив 1	Взмучивае – встряхивание 1,5 мин.						
	слой 1	2,8	1	1	24	262	0,1	Мутно-грязная.
	слой 2	6	2	1	24	491	0,1	Мутно-грязная.
	слой 3	6	3	1	24	498	0,1	Мутно-грязная.
	слой 4	5	4	1	24	422	0,15	Мутно-грязная.
12.11.06	Слив 2	Взмучивание– встряхивание 3 мин + 200гр. воды.						
	слой 1	2,8	1	1	1	277	0,15	Коричневая.
	слой 2	6	2	1	1	502	0,1	Т-коричневая.
	слой 3	6	3	1	1	490	0,1	Т-коричневая.
	слой 4	5	4	1	1	420	0,15	Т-коричневая
13.11.06	Слив 3	Взмучивание– встряхивание 3 мин + 200гр. воды.						
	слой 1	2,8	1	1	2	276	0,15	Коричневая .
	слой 2	6	2	1	2	491	0,1	Т-коричневая.
	слой 3	6	3	1	2	500	0,1	Т-коричневая.
	слой 4	5	4	1	2	435	0,2	Т-коричневая
14.11.06	Слив 4	Взмучивание –встряхивание 3 мин + 200гр. воды.						
	слой 1	2,8	1	1	3	277	0,1	Коричневая .
	слой 2	6	2	1	3	490	0,1	Т-коричневая.
	слой 3	6	3	1	3	504	0,1	Т-коричневая.
	слой 4	5	4	1	3	425	0,1	Т-коричневая
15.11.06	Слив 5	Взмучивание– встряхивание - 3 мин + 200 гр. воды.						
	слой 1	2,8	1	1	4	298	0,05	Коричневая .
	слой 2	6	2	1	4	485	0,05	Т-коричневая.
	слой 3	6	3	1	4	498	0,05	Т-коричневая.
	слой 4	5	4	1	4	434	0,05	Т-коричневая
18.11.06	Слив 6	Взмучивание– встряхивание - 3 мин + 200 гр. воды.						
	слой 1	2,8	1	1	10	265	0,05	Коричневая .
	слой 2	6	2	1	10	422	0,05	Т-коричневая.
	слой 3	6	3	1	10	495	0,05	Т-коричневая.
	слой 4	5	4	1	10	430	0,05	Т-коричневая
21.11.06	Слив 7	Взмучивание– встряхивание - 3 мин + 200 гр. воды.						
	слой 1	2,8	1	1	24	296	-	Коричневая .
	слой 2	6	2	1	24	495	-	Т-коричневая.
	слой 3	6	3	1	24	486	-	Т-коричневая.
	слой 4	5	4	1	24	430	-	Т-коричневая
22.11.06	Слив 8	Взмучивание– встряхивание - 3 мин + 200 гр. воды.						
	слой 1	2,8	1	1	-	282	0,7	Мутно-грязная.
	слой 2	6	2	1	-	497	0,3	Мутно-грязная.
	слой 3	6	3	1	-	492	0,2	Мутно-грязная.
	слой 4	5	4	1	-	372	0,15	Мутно-грязная.
23.11.06	Слив 9	Взмучивание– встряхивание - 3 мин + 200 гр. воды.						
	слой 1	2,8	1	1	-	258	0,25	Мутно-грязная.
	слой 2	6	2	1	-	497	0,15	Мутно-грязная.
	слой 3	6	3	1	-	484	0,1	Мутно-грязная.
	слой 4	5	4	1	-	434	0,05	Мутно-грязная.

Таблица 3.12.1 – Осаждение радионуклидов в зависимости от продолжительности отстаивания мутной воды в закрытом сосуде 5Пр.

Дата слива	№ № слива и слоя воды	Глубина слоя воды. см	Продолжительность взмучивания мин	Активность мутной воды в Бк/л						
				Без отстоя	Продолжительность отстоя воды, час					
					1	2	3	4	10	24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11.11.06	Слив 1	Взмучивание 1,5 мин в сут, встряхиванием до 11.11.06 г.								
	слой 1	2,8	1,5	-	-	-	-	-	-	38,2
	слой 2	6		-	-	-	-	-	-	53,6
	слой 3	6		-	-	-	-	-	-	64,0
	слой 4	5		-	-	-	-	-	-	71,3
12.11.06	Слив 2	Взмучивание 3 мин, встряхиванием +200гр воды.								
	слой 1	2,8	3	-	117,6	-				
	слой 2	6		-	151,9	-				
	слой 3	6		-	155	-				
	слой 4	5		-	151,9	-				
13.11.06	Слив 3	Взмучивание 3 мин, встряхиванием +200гр. воды.								
	слой 1	2,8	3	-	-	71,6				
	слой 2	6		-	-	103,8				
	слой 3	6		-	-	113,8				
	слой 4	5		-	-	112,3				
14.11.06	Слив 4	Взмучивание 3 мин, встряхиванием +200гр. воды.								
	слой 1	2,8	3	-	-	-	57,8			
	слой 2	6		-	-	-	72,6			
	слой 3	6		-	-	-	78,6			
	слой 4	5		-	-	-	84,0			
15.11.06	Слив 5	Взмучивание 3 мин, встряхиванием +200гр. воды								
	слой 1	2,8	3	-	-	-	-	46,4		
	слой 2	6		-	-	-	-	58,2		
	слой 3	6		-	-	-	-	64,5		
	слой 4	5		-	-	-	-	72,3		
18.11.06	Слив 6	Взмучивание 3 мин встряхиванием +200гр. воды								
	слой 1	2,8	3	-	-	-	-	-	19,2	
	слой 2	6		-	-	-	-	-	29	
	слой 3	6		-	-	-	-	-	31,2	
	слой 4	5		-	-	-	-	-	32,8	
21.11.06	Слив 7	Взмучивание 3 мин встряхиванием +200гр. воды								
	слой 1	2,8	3	-	-	-	-	-	-	17,6
	слой 2	6		-	-	-	-	-	-	21,3
	слой 3	6		-	-	-	-	-	-	22,6
	слой 4	5		-	-	-	-	-	-	24,6
22.11.06	Слив 8	Взмучивание 3 мин встряхиванием +200гр. воды								
	слой 1	2,8	3	519,8	-	-	-	-	-	-
	слой 2	6		177,3	-	-	-	-	-	-
	слой 3	6		122,5	-	-	-	-	-	-
	слой 4	5		79,4	-	-	-	-	-	-
23.11.06	Слив 9	Взмучивание 3 мин встряхиванием +200гр. воды								
	слой 1	2,8	3	386	-					
	слой 2	6		163,2	-					
	слой 3	6		109,2	-					
	слой 4	5		91,2	-					

Примечание: Сосуд 5 Пр был заполнен радиоактивным грунтом 11295 Бк/л – 600г и дистиллированной водой 2100г еще 20.09.06г и постоянно встряхивался(взмучивание) 1 раз в сутки по 1,5 мин до 10.11.06г).

Таблица 3.12.2 – Осаждение радионуклидов в мутной воде **без отстоя** после 3-х минутного взмучивания в открытом и закрытом сосудах - 1Пр и 5 Пр.

Дата, и № опыта	№ № слива и слоя воды	Навеска . (Масса воды).  г	Первоначаль- ная удельная активность грунта.  Бк/кг	Удельная актив- ность мутной воды Бк/кг	Масса сухого осадка. г, в		Продолжи- тельность слива мут- ной воды. мин
					50 мл. воды	навеске $\frac{грз}{50} \cdot грб$	
1	2	3	4	5	6	7	8
	Сосуд 5 Пр.	Взмучивание –встряхивание закрытого сосуда.					
22.11.06	Слив 8						
(опыт 12)	слой 1	232	11295	520	0,75	3,75	6
	слой 2	250		177	0,27	1,35	11
	слой 3	250		123	0,20	1,0	11
	слой 4	250		79	0,15	0,75	6
	Сосуд 5 Пр.	Взмучивание –встряхивание закрытого сосуда.					
23.11.06	Слив 9						
(опыт 12)	слой 1	208	11295	386	0,30	1,04	6
	слой 2	250		163	0,15	0,75	11
	слой 3	250		109	0,1	0,5	11
	слой 4	250		91,4	0,1	0,5	6
	Сосуд 1 Пр.	Взмучивание – помешивание лопостью в открытом сосуде.					
21.11.06	Слив XIII						
(опыт 10-3)	слой 1	285	11295	2186	1,9	10,8	0
	слой 2	285		1122	0,6	3,42	7
	слой 3	285		890	0,35	2,0	7

**ОПЫТ 12-1. Осаждение радионуклидов цезия-137 в мутной воде вместе со взвесями, в зависимости от продолжительности отстоя воды в закрытом сосуде – 3Пр. (Каждый слив – полная замена воды на чистую дождевую, взамен воды отправленной на высушивание осадка).**

*Исходные данные к опыту 12-1.*

Исходные данные к опыту 12-1 отличаются от исходных данных к опыту 12 только качеством залитой воды.

Сосуд 3Пр с завинчивающейся крышкой по габаритам такой же, как сосуд 5Пр (см. опыт 12), заправлен радиоактивным грунтом с удельной активностью 12296 Бк/кг, массой 600г и дождевой водой 2,1 л (сосуд 5Пр заправлялся дистиллированной водой).

Оба сосуда заправлены еще с 20.09.06г и взмучивание проводилось до начала настоящего опыта по 1,5 мин один раз в сутки.

Схема слива из сосуда 3Пр такая же как из сосуда 5Пр (**см. опыт 12, рис. 3.12**).

Разовое взмучивание в процессе опыта проводилось тоже в течении 3<sup>x</sup> минут, методом встряхивания закрытого сосуда.

*Цель опыта 12-1.*

- Изучить изменение активности мутной воды по слоям вертикального профиля, при полном обновлении воды в сосуде 3 Пр, после каждого слива.
- Для более полного определения зависимости активности по слоям от мутности, высушивание осадка производилось из всей слитой воды.

*Условия проведения опыта 12-1.*

Приготовление взмученной радиоактивной воды, ее слив и определение активности проводились в определенной последовательности по циклам слива, независимо от их продолжительности, по методике выполнения опыта 12.

**1. Слив взмученной воды и измерение активности исследуемой пробы.**

- Слив взмученной радиоактивной воды, приготовленной методом одноразового встряхивания в течении 3 мин, проводится сразу после назначенной продолжительности отстоя.

Время отстоя и продолжительность слива по слоям строго фиксируются.

- В опыте 12-1 проведено 5-ть сливов с полной заменой воды в каждом сливе, в т.ч. два слива (2 и 3) с отстоем воды в закрытом сосуде, в течении соответственно 1 и 2 часов, и три слива (1, 4, 5) без отстоя.

Сливы 1 и 4 проводились, сразу, после взмучивания методом встряхивания в закрытом сосуде, в течении соответственно 3-х и 1,5 минут.

Слив 5 – проводился из открытого сосуда 3Пр (верхняя часть сосуда была обрезана) сразу, после взмучивания методом перемешивания металлической лопастью в течении 3-х минут.

- Каждый из 5-ти сливов проводился из сосуда, при открытой крышки, по слоям вертикального профиля, из 4-х намеченных точек через отверстия  $d=2-3$ мм в стенке сосуда ЗПр, (**см. опыт 12, рис. 3.12**):

т.1 – глубина слоя воды – 2,8 см;

т.2 – глубина слоя воды – 6,0 см;

т.3 – глубина слоя воды – 6,0 см;

т.4 – глубина слоя воды – 5,0 см;

- Слив проводился до уровня– выше точки слива на 0,5см, чтобы плавающая муть с поверхности не попадала в сливаемую исследуемую пробу.

- Для определения влияния мутности на радиоактивность воды, проводилось высушивание осадка из всей массы слитой воды по каждому слою вертикального профиля, по методике примененной в опыте 10-1.

- Проверка активности слитой воды проводится в день слива, на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли», с навеской 250г.

2. Подготовка исследуемой пробы взмученной радиоактивной воды, для проведения очередного слива.

-После определения активности всех 4-х слоев слитой воды, вся вода отправлялась на высушивание осадка. Продолжительность высушивания 3-5 суток.

- В сосуд ЗПр с грунтом заливалась новая чистая дождевая вода до уровня отметки «О», вместо слитой воды отправленной на высушивание осадка.

- После полной замены воды в сосуде ЗПр, производилось перемешивание грунта и воды по схеме, описанной в пункте 2 условий проведения опыта 12.

Основные условия проведения опыта по приготовлению мутной воды и определение радиоактивности по каждому очередному сливу, по слоям вертикального профиля, приведены в **таблицах 3.12-1.1, 3.12.-1.2.**

*Вывод к опыту 12-1.*

1. Активность мутной воды по слоям, в зависимости от глубины слива, имеет тенденцию увеличиваться от верхнего слоя к нижнему.

2. Активность мутной воды, в зависимости от времени отстоя, при полном обновлении воды резко уменьшается.

-В сравнении с активностью мутной воды в сосуде 5Пр (опыт 12), даже при отстое в 1 час, активность в сосуде ЗПр уменьшилась в 2,5 раза.

-Активность мутной воды, без отстоя, по слоям уменьшается от верхнего слоя к нижнему, т.е. распределение активности по слоям обратное мутности при отстое.

Таблица 3.12-1.1 – Приготовление радиоактивной воды способом перемешивания в закрытом сосуде радиоактивного грунта с дождевой водой. (Полное обновление воды в сосуде 3Пр после каждого слива).

Дата определения активности	№ № слива и слоя воды	Точка слива		Кол-во взмучиваний.	Отстаивание	Слитая вода		
		Глубина слоя.	№ точки			Масса воды.	Масса мути.	Цвет воды
1	2	3	4	5	6	7	8	9
28.11.06	Слив 1	Взмучивае – встряхиванием 3 мин.						
	слой 1	3	1	1	-	190	3,05	Мутно-грязная.
	слой 2	6	2	1	-	510	2,15	Мутно-грязная.
	слой 3	6	3	1	-	505	2	Мутно-грязная.
	слой 4	5	4	1	-	450	1,35	Мутно-грязная.
28.11.06	Слив 2	Взмучивание – встряхиванием 3 мин + 2,0 л воды.						
	слой 1	3	1	1	1	234	0,35	Т-коричневая.
	слой 2	6	2	1	1	530	0,40	Т-коричневая.
	слой 3	6	3	1	1	520	0,45	Т-коричневая.
	слой 4	5	4	1	1	417	0,45	Т-коричневая
28.11.06	Слив 3	Взмучивание – встряхиванием 3 мин + 2,0 л воды.						
	слой 1	3	1	1	2	253	0,05	Коричневая .
	слой 2	6	2	1	2	540	0,1	Т-коричневая.
	слой 3	6	3	1	2	526	0,1	Т-коричневая.
	слой 4	5	4	1	2	450	0,1	Т-коричневая
29.11.06	Слив 4	Взмучиванием 15 мин + 2,0л воды.						
	слой 1	3	1	1	-	260	3,2	Мутно-грязная.
	слой 2	6	2	1	-	510	1,0	Мутно-грязная.
	слой 3	6	3	1	-	505	0,55	Мутно-грязная.
	слой 4	5	4	1	-	434	0,2	Мутно-грязная.
Сосуд 3 Пр сделали открытым, отрезав верхнюю узкую часть.								
1.12.06	Слив 5	Взмучиванием – перемешиванием - 3 мин + 2,0 л. воды						
	слой 1	3	1	1	-	232	1,75	Мутно-грязная.
	слой 2	6	2	1	-	510	1,0	Мутно-грязная.
	слой 3	6	3	1	-	500	0,5	Мутно-грязная.
	слой 4	5	4	1	-	450	0,2	Мутно-грязная.

Примечание:

1. Воду в сосуд 3 Пр заливали в день определения активности.
2. Продолжительность слива по слоям:  
 слой 1-6мин.  
 слой 2 – 11 мин.  
 слой 3- 11 мин.  
 слой 4 – 8 мин.
3. Радиоактивный грунт в сосуде 3 Пр не менялся в течении всего опыта.

Таблица 3.12-1.2- Осаждения радионуклидов в зависимости от продолжительности отстаивания мутной воды в закрытом сосуде 3 Пр.

Дата слива.	№ № слива и слоя воды.	Глубина слоя воды.  см	Количество взмучиваний по 3÷1,5 мин  раз	Активность мутной воды Бк/л			Масса сухого осадка в пробе.  г	Тип воды, и дата заполнения сосуда водой.
				Без отстоя	Продолжительность отстоя. час			
					1	2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
28.11.06	Слив 1	Взмучивание 3 мин, встряхиванием.						
	слой 1	3	1	657,4	-	-	3,05	Дождевая.
	слой 2	6	1	350	-	-	2,15	<b>20.09.06</b>
	слой 3	6	1	279	-	-	2	
	слой 4	5	1	206	-	-	1,35	
28.11.06	Слив 2	Взмучивание 3 мин, встряхиванием + 2л воды.						
	слой 1	3	1	-	41,8	-	0,35	Дистиллированная 28.11.06г
	слой 2	6	1	-	62	-	0,40	
	слой 3	6	1	-	68,1	-	0,45	
	слой 4	5	1	-	64,6	-	0,45	
28.11.06	Слив 3	Взмучивание 3 мин, встряхиванием + 2л воды.						
	слой 1	3	1	-	-	10,6	0,05	Дистиллированная 28.11.06г
	слой 2	6	1	-	-	22,04	0,1	
	слой 3	6	1	-	-	26,44	0,1	
	слой 4	5	1	-	-	28,12	0,1	
29.11.06	Слив 4	Взмучивание 1,5 мин, встряхиванием + 2л воды.						
	слой 1	3	1	562			3,2	Дистиллированная 28.11.06г
	слой 2	6	1	123,4			1,0	
	слой 3	6	1	61,5			0,55	
	слой 4	5	1	47,1			0,2	
Сосуд 3 Пр – сделал открытым (отрезана верхняя часть).								
1.12.06	Слив 5	Взмучивание 3 мин, помешиванием + 2л воды.						
	слой 1	3	1	421,6			1,75	Дистиллированная 1.12.06г
	слой 2	6	1	137,2			1,0	
	слой 3	6	1	86,2			0,5	
	слой 4	5	1	74,2			0,2	

Примечание: - Закрытый сосуд 3 Пр заполнен радиоактивным грунтом и дождевой водой 20.09.06г и производилось взмучивание один раз в сутки по 1,5 мин до 28.11.06, предполагалось получить радиоактивную воду.

## **ОПЫТ 20-I. Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 в толще осадка, отложившегося под слоем воды, после одноразового взмучивания в открытом сосуде - 10.**

*Исходные данные к опыту 20-I.*

Для опыта в качестве исследуемого осадка использовалась почва, отобранная из верхнего 10-ти сантиметрового слоя на землях ОПХ «Волна революции» п. Глыбочко, Новозыбковского района, (см. Часть III.2.4, опыт 10п из трех точек т.18, т.19, т.42), общей массой 1040г, со средней удельной активностью 1833 Бк/кг. Почвенный слой дерновоподзолистый, легкосуглинистый.

В качестве емкости использовался цилиндрический сосуд 10, приготовленный из 2-х литровой пластмассовой бутылки d=10см, высотой 27см.

Для затопления и взмучивания осадка использовалась дистиллированная вода.

*Цель опыта 20-I.*

- Изучить изменение радиоактивности осадка по слоям вертикального профиля, при осаждении взвесей в стоячей воде, после взмучивания.

*Условия проведения опыта 20-I.*

Подготовка почвы в качестве исследуемого осадка, затопление, взмучивание, слив мутной воды, извлечение отложившегося осадка из сосуда-10 и определение его активности проводилось в определенной последовательности.

1. Заполнение подготовленного сосуда 10 исследуемой пробой почвы и водой.

- Проба почвы, общей массой 1040г, отобранная из трех разных точек по 350г (высушенная, измельченная, просеянная через сито с ячейками 1мм) - тщательно перемешивалась.

- После тщательного перемешивания, проба сухой почвы разделена на 3 части и засыпана в сосуд-10, в виде трех слоев, массой соответственно 440г, 300г, 300г. При засыпке поверхность каждого слоя разравнивалась легким встряхиванием сосуда по кругу. Между засыпанными слоями не укладывалась разделительная сетка.

- Перед засыпкой подготовленной пробы в сосуд 10, определялась ее средняя удельная активность на радиометре РУБ-01Пб в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли», с навеской 200г.

- Затапливали почву в сосуде 10 частями (каждый слой отдельно), дистиллированной водой, общим объемом – 2,0 литра. Через сутки отстоя слой почвы набух и увеличился с 10,4 см до 11,7 см, слой воды над почвой – 13,7см.

2. Взмучивание исследуемой пробы, отстой мутной воды и образование донных отложений.

- Общая продолжительность затопления грунта водой -1 сут.
- Взмучивание набухшего грунта слоем 11,7 см и слоя воды 13,7 см методом перемешивания в течении 5 мин проводилось, только, один раз перед отстоем.
- Перемешивание осуществлялось лопастью из металлического штыря диаметром 6,0 мм (см. опыт 10) на всю глубину.

- После одноразового 5-ти минутного помешивания, сосуд 10 с исследуемой пробой оставался в покое в течении 3<sup>х</sup> суток, в лабораторных условиях при комнатной температуре 20<sup>0</sup>С.

- Через трое суток образовался осадок слоем 12см, слой отстоявшейся воды над поверхностью осадка 13,2 см.

### 3. Слив воды, извлечение осадка по слоям вертикального профиля из сосуда 10 и определение активности исследуемой пробы.

- Слив отстоявшейся воды производился через 3-е суток, после одноразового взмучивания. Время отстоя строго фиксируется.

- Слив слоя воды 13,2 см произведен из трех сливных точек, с глубины 5 см, 10см и 12,7 см от поверхности воды через отверстия d=2-3 мм, которые прокалывались раскаленным шилом, непосредственно, перед сливом.

Продолжительность слива из каждой сливной точки 6÷7 мин. Верхний слой воды глубиной 5 см был прозрачным, нижний слой 7,7 см был мутным, после трех суточного отстоя. Объем слитой воды по слоям составил: для верхнего слоя 1 – 454г; слоя 2 – 456г; для нижнего слоя 3 – 276г.

- Для определения влияния мутности на радиоактивность слитой воды, проводилось высушивание осадка из всего объема слитой воды для каждого слоя.

Масса сухого осадка по слоям слива составила для: верхнего слоя 1 –0,25г; слоя 2 – 0,5г; для нижнего слоя 3–1,0г.

Активность слитой воды проверялась только для нижнего слоя 3.

- Осадок из почвы слоем 12,0 см, образовавшийся под слоем воды в сосуде 10 помещали на электрокалорифер на 4-суток, чтобы осадок подсох и перестал быть текучим, осадок подсох и его слой уменьшился до 10,3 см.

- Пластмассовый сосуд с осадком разрезался по горизонтали на 4-е части и последовательно извлекался, еще влажный осадок, начиная от верха по слоям глубиной -1 см, 2,0 см, 2,1 см, 5,2 см.

- Каждый слой, влажного осадка, сушился в отдельной плошке на электрокалорифере, в течении 2-х суток.

- Высушенный и охлажденный осадок измельчался, просеивался через сито 1мм. Осадок слоя 1 после сушки был слипшимся, остальные слои легко рассыпались при рыхлении.

- Определение активности воды и осадка проводилось на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли», с навесками для воды 200г и для осадка 100 и 200г.

Радиоактивность слитой воды и осадка по слоям вертикального профиля, отложившегося на дно сосуда, после взмучивания, приведена в таблице 3.20 –I.

#### *Вывод к опыту 20-I.*

1. Удельная активность осадка, в верхнем слое глубиной 1 см, увеличилась с 1833 Бк/кг до 6072 Бк/кг, а в нижнем слое глубиной 5,2 см уменьшилась с 1833 Бк/кг до 979 Бк/кг.

2. Средняя масса насыпного грунта в 50 мл емкости, для верхнего слоя осадка стала – 32,88г, что почти в 2 раза меньше, чем в нижнем слое – 63,59г. Следовательно, в верхнем слое осадок состоит из мелких и легких частиц, которые более радиоактивные, чем тяжелые.

Таблица 3.20-I. Изменение радиоактивности осадка по слоям вертикального профиля при осаждении взвесей в стоячей воде, после одноразового взмучивания в течении 5 мин.

Основные параметры		Залитая вода		Продолжительность		Характеристика воды и грунта до и после взмучивания.					
Наименование	Размерность	Тип	Масса, г	Взмучивание, мин	Отстой, сут	Сл. воды	№ слоя грунта				
							сл.1	сл.2	сл.3	сл.4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
17.12.07. Начало		-	-	-	-	-	До взмучивания.				-
Тип слоев		-	-	-	-	-	вода	рад.	рад.	рад.	рад.
Активный грунт	Глуб. слоя.	см	-	-	-	-		2,6	2,6	-	5,2
	Масса сухая	г	-	-	-	-		300	300	-	440
	Масса мокрая	г	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Масса н.гр.	г	-	-	-	-		52,88	52,88	-	52,88
	Масса навески	г	-	-	-	-	-	200	200	-	200
	Фон	Бк	-	-	-	-	-	70,4	70,4	-	70,4
	Отсчет	Бк	-	-	-	-	-	436,9	436,9	-	436,9
	Удельная активность	Бк/кг	-	-	-	-	-	1833	1833	-	1833
25.12.07 Цикл 1		-	ди-стил	1800	5	3	После взмучивания.				
Тип слоев		-	-	-	-	-	вода	рад.	рад.	рад.	рад.
Активный грунт	Глуб. слоя.	см	-	-	-	-	3,0	1,0	2,0	2,1	5,2
	Масса сухая	г	-	-	-	-	-	95,5	214	265	448
	Масса мокрая	г	-	-	-	-	276	161	309	346	546
	Масса н.гр.	г	-	-	-	-	-	32,88	43,15	54,0	63,59
	Масса навески	г	-	-	-	-	200	100	100	100	100
	Фон	Бк	-	-	-	-	62,9	70,4	70,4	70,4	70,4
	Отсчет	Бк	-	-	-	-	65,34	672,3	301,1	204,8	163
	Удельная активность	Бк/кг	-	-	-	-	12,2	6072	2360	1397	979

Примечание: Воду на активность проверили только в нижнем слое в 276 г.

**ОПЫТ 20-III. Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 в толще осадка, отложившегося под слоем воды, после многократного взмучивания, отстаивания и сливов мутной воды в открытом сосуде (На примере опыта 10, грунт из пахотного горизонта).**

*Исходные данные к опыту 20-III.*

Грунт высохший в сосуде 1Пр после нескольких взмучиваний, отстаивания и сливов мутной воды (см. опыты 10, 10-1, 10-2, 10-3). Первый раз этот грунт, затопленный водой, взмучивался 8.09.06г, последний раз -13.12.06г.

После последнего взмучивания прошел целый год. С 13.12.06г до 19.12.07г грунт в открытом сосуде 1Пр стоял в покое и постепенно высыхал при комнатной температуре 13-23<sup>0</sup>С.

Грунт высох, съежился в объеме, отстал от стенок сосуда, сверху образовался уплотненный слой сухого грунта около 1см, общий слой высохшего грунта – 3,5 см.

Верхний слой высохшего грунта в виде лепешки толщиной 1 см, легко отделился от нижнего слоя, нижний слой легко рассыпался.

Высохший грунт в сосуде 1Пр легко самопроизвольно разделялся на 2 слоя:

Слой 1– 0,8÷1 см – верхний, темный, плотный.

Слой 2– 2,5÷2,7 см – нижний, белесый, мелкий песок, хорошо промыт в процессе выполнения опытов 10 ÷ 10-3.

*Цель опыта 20-III.*

- Изучить влияние регулярных периодических взмучиваний грунта под водой на изменение активности донных отложений, образовавшихся под слоем воды, если мутную воду периодически сливали.
- Почему в верхнем слое донных отложений активность больше, чем в нижних слоях?

*Условия проведения опыта 20-III.*

Грунт, высохший при комнатной температуре на дне сосуда 1Пр, осторожно разделили на 3 слоя по глубине:

верхний слой 1 – 1,0 см, 134г;

средний слой 2 – 1,5 см, 210г;

нижний слой 3 – 1,0 см, 102г.

Грунт каждого слоя измельчен отдельно и просеян через сито с ячейками 1мм.

Радиоактивность каждого слоя сухого, измельченного грунта проверяли на радиометре РУБ-01П6 в кюветке «Маринелли» для навески 100г, см. **таблицу 3.20-III.**

*Вывод к опыту 20-III.*

Образовавшиеся взвеси, при взмучивании грунта, оседая под тяжестью собственного веса в слое воды, делятся на слои, с учетом скорости осаждения взвесей. Нижний слой формируется из более тяжелых, крупных частиц, с большой скоростью осаждения и с меньшей адсорбирующей поверхностью для радионуклидов.

Средний слой-2 формируется из частиц более мелких и легких фракций, чем нижний слой. Самый верхний слой -1 формируется из мельчайших (илистых) частиц, самых легких, обладающих наибольшей адсорбирующей способностью для радионуклидов.

- Радиоактивность мутной воды по слоям в сливах без отстоя (см. опыты 10 ÷ 10-3) уменьшается сверху вниз. Значит, более крупные частицы имеют меньшую радиоактивность, чем мелкие, плавающие вверху.

- Мелкие частицы грунта имеют большую адсорбирующую поверхность для радионуклидов, чем крупные. По этой причине радиоактивность верхнего слоя илистых отложений в естественных водоемах больше, чем нижних слоев и убывает по экспоненте.

- Несмотря на многократный слив мутной воды из сосуда 1Пр, активность верхнего слоя остается наибольшей, чем в нижележащих слоях.

Таблица 3.20.III – Изменение активности осевшего под водой грунта по слоям, после нескольких взмучиваний, отстаивания и сливов мутной воды.

Дата опред. актив.	№ слоя.	Масса грунта в сосуде 1Пр	Вода для за-топления		Активность сухого грунта					
			Тип	Масса. г	Масса навески г	Масса н. гр. г	Фон Бк	Отсчет Бк	Удель. актив. Бк/кг	Изменен. + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9.08.06	Начало	600	-		200	48,75	69,1	2323	11295	-
19.12.07	Проверка 1. После многократного взмучивания и осаждения.									
h=1 см	сл.1-верх	134			100	41,65	70	1708	16385	+5090
h=1,5 см	сл.2	210			100	63,85	70	257,8	1187	-9417
h=1 см	сл.3-низ.	102			100	68,15	70	219,2	1541	-9754

Примечание:

1. Количество взмучиваний, отстаивания и слив воды в открытом сосуде 1Пр, см. табл. 3.10.1 опыт 10.

2. Вода над осажденным грунтом испарилась без дополнительного подогрева с 13.02.06г до 19.02.07г.

**ОПЫТ 20-IV. Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 в толще илистого осадка, отложившегося под слоем воды, после многократного взмучивания его и отстаивания в закрытом сосуде 4<sub>2</sub>р (На примере взмучивания илистых отложений).**

*Исходные данные к опыту 20-IV.*

20.09.06г. Для приготовления радиоактивной воды, в закрытый пластмассовый сосуд 4<sub>2</sub>р, емкостью 3,0 литра, засыпался радиоактивный грунт массой 600г, с первоначальной удельной активностью 5113 Бк/кг и заливалась дистиллированная вода объемом 2,1 литра.

Илистый грунт из тальвега магистрального канала 1.7.5-1.1-Д (см. Часть III.2.1, опыт 6п), с полу-перегнившими растительными остатками, торфянистый.

Взмучивание проводилось встряхиванием ила и воды в закрытом сосуде, по 1,5 мин один раз в сутки, с 20.09.06г до 20.11.06г; с 26.11.06 г до 24.12.07г взмучивание было прекращено; мутная вода из сосуда 4<sub>2</sub>р до 24.12.07г не сливалась; 20.09.06г слой илистого грунта в сосуде 4<sub>2</sub>р – 10 см, слой воды – 16см; 24.12.07г – к началу настоящего опыта грунт в сосуде 4<sub>2</sub>р набух, слой илистого грунта стал – 16см, а слой воды над илом – 12см; 26.12.07г – провели слив отстоявшейся воды из 3-х сливных точек с глубины 4,0 см, 8,0 см и 11,0 см, считая от верхней отметки воды.

Слив произведен через отверстие d=2÷3 мм, просверленные шилом в стенке сосуда.

Слитая вода прозрачная, светло-желтого цвета, радиоактивность ее не обнаружена.

После слива воды, осадок илистого грунта, прямо, в открытом сосуде (сняли крышку) подвергался просушке на электрокалорифере в течении 3-х суток. Подсохший слой илистых отложений осел на 2,5 см.

*Цель опыта 20-IV.*

- Изучить влияние регулярных периодических взмучиваний илистых отложений под слоем воды на изменение активности донных отложений по слоям, при условии, что мутная вода не сливалась из сосуда 4<sub>2</sub>р.

*Условия проведения опыта 20-IV.*

После подсушки илистых отложений, пластмассовый сосуд 4<sub>2</sub>р разрезался по горизонтали на 5-ть частей и последовательно извлекался еще влажный осадок, начиная с верха, по слоям глубиной 3,5 см, 2,5 см, 2,5 см, 2,5см, 2,5см.

Каждый слой, влажного осадка, высушивался, в отдельной плошке, на электрокалорифере в течении 2-х суток.

Высушенный и охлажденный осадок измельчался, просеивался через сито с ячейками 1мм.

Характеристика, образовавшегося под слоем воды, илистого осадка по слоям, после многократных взмучиваний и отстаивания, приведена в **таблице 3.20-IV.**

Определение активности осадка проводилось на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере –кюветка «Маринелли», с навеской 85г, **см. таблицу 3.20-IV.1**

*Выводы к опыту 20-IV.*

1. Радиоактивность верхнего слоя наибольшая, а плотность насыпного грунта этого слоя наименьшая.

2. Активность по слоям илистых отложений, по вертикальному профилю, связана с массой насыпного грунта (плотностью насыпного грунта) в 50мл. емкости. Чем меньше масса насыпного грунта слоя, тем больше активность этого слоя отложений.

3. В слитой воде с поверхности илистых отложений, ни в одном из трех слитых слоев, не обнаружены радионуклиды цезия-137.

Это свидетельствует о том, что диффузия из илистого - торфянистого слоя отложений, с высокой активностью- 6996 Бк/кг, в воде практически отсутствует.

Таблица 3.20-IV- Характеристика илистого грунта по слоям.

№ слоя грунт.	Глубина слоя.  см	Масса грунта		Характеристика грунт		
		мокрый  г	сухой  г	масса н. гр  г	тип, цвет, осадка  г	Рассыпчат. при измельчении  сут
1	2	3	4	5	6	7
Слой 1-верх.	3,5	318	88	25,09	ил, чер- ный	Плохо измельчил- ся
Слой 2	2,5	290	96	27,58	ил, чер- ный	Плохо измельчил- ся
Слой 3	2,5	284	88	29,25	ил с пес- ком	Легко мельчился
Слой 4	2,5	260	102	32,15	ил с пес- ком	Рассыпался
Слой 5 (низ.)	2,5	262	182	57,75	песок	Рассыпался.

Таблица 3.20-IV.1 - Изменение активности осевших под водой илистых отложений по слоям, после нескольких взмучиваний и отстаивания мутной воды.

Дата опре- деление актив- ности.	№ слоя	Масса грунта  г	Вода		Активность пробы					
			Тип	Масса  г	Масса навески  г	Масса н.гр.  г	Фон  Бк	Отсчет  Бк	Удельн. актив- ность БК/кг	Измене- ние + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
30.08.07	Начало	600	дист.	2200	200	32,93	69,0	1115	5232	-
29.12.07	Проверка-1		(После 57 взмучиваний).							
h=3,5	сл.1	88	-	-	85	25,09	69,0	663,7	6996	+1764
h=2,5	сл.2	96	-	-	85	27,58	69,0	619	6471	+1239
h=2,5	сл.3	88	-	-	85	29,25	69,0	524,3	5356	+124
h=2,5	сл.4	102	-	-	85	32,15	69,0	488,2	4932	-300
h=2,5	сл.5	182	-	-	85	57,75	69,0	185,6	1372	-3860

### III.3.3 Диффузия цезия-137 в капиллярах под слоем воды и перемещение радионуклидов во влажной почве, в условиях малого испарения.

ОПЫТЫ: 14-8; 14-9; 19; 19-1; 20.

#### ОПЫТ 14-8 Перемещение радионуклидов цезия-137 во влажном грунте слоем 9,7 см по вертикальному профилю, в условиях малого испарения, без дренажа.

Исходные данные к опыту 14-8.

Для опыта использовался радиоактивный грунт трех типов, различных по радиоактивности и мехсоставу.

Слабо радиоактивный грунт отбирался из верхнего -10см почвенного слоя (из свежих кротовых бугров) в парке п. Кокино, БГСХА. Почва легкосуглинистая, по цвету темно-серая, с первоначальной удельной активностью 224 Бк/кг.

Два типа грунта с более высокой радиоактивностью отбирались на существующей осушительной системе к-за «Комсомолец» Новозыбковского района:

- из верхнего почвенного слоя глубиной 5-15 см на пойменных землях, грунт легкосуглинистый, по цвету темно-серый, с первоначальной удельной активностью - 4327 Бк/кг;

- из верхнего слоя с глубины 15-35 см на пойменных землях, грунт торфянистый, по цвету темно-коричневый, с первоначальной удельной активностью - 5576 Бк/кг.

Для увлажнения грунта использовалась в основном дистиллированная вода.

В качестве емкости для засыпки грунта использовался пластмассовый сосуд-5 емкостью 1л, в форме цилиндра расширяющегося кверху, без дренажных отверстий, см. Рис. 3.14-8.



Примечания:  
- размеры даны в см;  
- на дне сосуда 5 пластмассовый подвижный поддон для извлечения грунта;  
- в дне отсутствуют дренажные отверстия;  
- сосуд с грунтом упаковывается в полиэтиленовый мешок для исключения испарения;

Рис. 3.14-8 Схема засыпки грунта в сосуд -5 и создание условий малого испарения.

### *Цель опыта 14-8.*

- Изучить перемещение радионуклидов цезия из слоя в слой во влажном грунте при малом испарении, при создавшемся градиенте концентрации радионуклидов между верхним слоем-1 с удельной активностью 244 Бк/кг и нижними слоями 2 и 3 с удельной активностью  $4327 \div 5576$  Бк/кг.

### *Условия проведения опыта 14-8.*

Подготовка, засыпка слоев грунта и увлажнение их в сосуде-5, для очередного периода медленного испарения, проводились в определенной последовательности, независимо от продолжительности назначенного периода испарения.

#### 1. Подготовка и засыпка грунта в сосуд-5.

- Для создания градиента концентрации радионуклидов в слое увлажненного грунта, в опыте используются три типа грунта с разной первоначальной удельной активностью.

- Масса каждого слоя грунта, в сухом, измельченном виде и просеянном через сито 1 мм без остатка, составляет -300г.

- Верхний слой-1 грунт с маленькой удельной активностью 244 Бк/кг.

- Слои грунта засыпаются в сосуд-5 поочередно, согласно представленной схеме, **см. рис. 3.14-8.** Засыпка начинается с укладки подвижного поддона на дно сосуда-5, который служит для создания подвижности слою грунта при извлечении его в конце периода испарения.

- Поверхность каждого засыпанного сухого слоя грунта выравнивается легким круговым движением по горизонтали, избегая уплотнения слоя, и на поверхность каждого слоя укладывается разделительная пластмассовая сетка с ячейками 2 x 2мм.

#### 2. Увлажнение грунта в сосуде-5.

- Грунт засыпанный по слоям увлажнялся в сосуде дистиллированной водой, из расчета  $650 \div 700$  г на один период испарения.

- Полив проводился один раз в начале периода испарения.

- Полив осуществлялся в виде дождя порциями по  $100 \div 150$ г, по мере впитывания. Продолжительность увлажнения около 2-х часов.

#### 3. Создание условий медленного испарения.

- В опыте создавались условия, подобные природным, наступающим ранней весной или осенью, когда, после обильных дождей, верхний слой почвы хорошо увлажнен и наступает период высокой влажности и низких температур, период без испарения.

- После полного впитывания воды, сосуд с влажным грунтом упаковывался в плотно закрытый полиэтиленовый мешок, так что воздушное пространство над слоем грунта оставалась не более 1,0 см.

- Упакованный сосуд с грунтом оставался в покое в комнатных условиях на продолжительное время.

- Продолжительность периода медленного испарения назначалось произвольно.

- В настоящем опыте проведено 4-е периода медленного испарения.

4. Определение активности грунта и подготовка его к очередному периоду испарения.

- Активность сухого, измельченного грунта для каждого слоя определяется на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли», с навеской 200г.

- После определения активности слои грунта засыпаются в сосуд-5 и увлажняются соответственно в том же порядке, как указано на схеме (см. рис. 3.14-8).

Сосуд-5 с увлажненным грунтом упаковывается в полиэтиленовый мешок и остается в покое для прохождения следующего периода испарения.

Характеристика основных условий при медленном испарении и изменение радиоактивности по слоям, для каждого периода испарения, приведены **в таблице 3.14-8.**

*Вывод к опыту 14-8.*

- При испарении воды 0,3 г/с можно сказать, что нет движения радионуклидов между слоями за счет диффузии.

- Незначительное изменение удельной активности по слоям происходит за счет просыпания сухого грунта на границе между слоями и смешивании грунта при извлечении слоев из сосуда, (см. выводы в опыте 14-9).

Таблица 3.14.-8.- Послойное изменение активности увлажненного грунта слоем 9,7 см в условиях медленного (малого) испарения в сосуде -5 без дренажа.

Габариты сосуда: h=10см; d<sub>дна</sub>=10,3 см; d<sub>вер</sub>=11,7 см.

Дата определения активности.	№ № периода испарения и слой грунта.	Грунт				Активность сухой пробы						Масса сосуда-5 с мокрым грунтом.			Температура испарения, С°
		Глубина слоя h.см	Тип грунта.	Масса		Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг	Начало периода. г	Конец периода. г	Вода испарившаяся. г	
				Сухой. г	Мокрый. г										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Начало														
10.05.07	сл.1	2	л-сугл.	300	-	200	44,05	70,2	115	224	-	-	-	-	19
28.04.07	сл.2	3,2	л-сугл.	300	-	200	39,86		935,6	4327	-	-	-	-	
-//-	сл.2	4,5	торфян.	300	-	200	38,71		1185,5	5576	-	-	-	-	
Период медленного испарения 1-141 сут, с 12.05.07÷1.10.07г, вода дистил.-650г.															
5.10.07	сл.1	2	л-сугл.	302	466	200	43,93	70,2	103,6	167,2	-56,8				
	сл.2	3,1	л-сугл.	390	520	200	43,45		848,5	3892	-435,0				
	сл.3	4,4	торфян.	290	485	200	34,11		1052	4909	-667,0				
	сл.0	0,1	~	18	30	-	-		-	-	-	1614	1556	-58	15-28-16
Период медленного испарения 2-2 сут, с 6.10.07÷8.10.07г, вода дистил.-700г.															
11.10.07	сл.1	2	л-сугл.	300	482	200	44,98	70,2	104,5	171,7	+4,5				
	сл.2	3,2	л-сугл.	296	538	200	35,95		832,7	3812	-80				
	сл.3	4,3	торфян.	286	494	200	34,35		1054,3	4920	+11				
	сл.0	0,1	~	18	31	-	-		-	-	-	1564	1564	0	18-17
Период медленного испарения 3-33 сут, с 13.10.07÷15.11.07г, вода (дистил.-500г. + водопр.200г).															
22.10.07	сл.1	2	л-сугл.	296	480	200	46,22	70,2	109	195	+23,3				
	сл.2	3	л-сугл.	283	532	200	37,43		870,5	4002	+190				
	сл.3	4	торфян.	268	504	200	34,85		1107	5184	+264				
	сл.3+сл.0	4,8	~	321	603	200	35,72		1131	5304	+384	1634	1600	-34	19-20
Период медленного испарения 4-101 сут, с 26.11.07÷6.03.08г, вода дистил.-600г.															
14.03.08	сл.1	2	л-сугл.	292	450	200	46,15	70,2	110,1	199,5	+4,5				
	сл.2	3	л-сугл.	282	484	200	37,45		850,6	3902	-100				
	сл.3	4	торфян.	282	494	200	35,45		1111	5202	+18				
	сл.0	0,7	~	94	94	-	-		-	-	-	1516	1482	-34	23-20

Примечание: 1. В 3-ем периоде сосуд с грунтом был плотно закрыт полиэтиленовым мешком еще при наличии слоя воды ~ 1 см на поверхности.

2. В 3-ем периоде испарения грунт сл.3 и сл.0 объединен, для определения активности.

## **ОПЫТ 14-9. Перемещение радионуклидов цезия-137 во влажном грунте слоем 9,7 см по вертикальному профилю, в условиях малого испарения, с дренажем.**

*Исходные данные к опыту 14-9 (см. опыт 14-8)..*

Опыт 14-9 является повторением опыта 14-8. В настоящем опыте в условиях малого испарения в сосуд 4 помещается влажный грунт общим слоем 9,7 см, представленный грунтом трех типов, различных по радиоактивности и мехсоставу, идентичных грунту опыта 14-8.

В качестве емкости для засыпки и увлажнения грунта используется сосуд 4, подобный сосуду 5 в опыте 14-8, емкостью -1л, в форме цилиндра расширяющегося кверху.

В дне сосуда 4 прокалываются 4 дренажных отверстия диаметром 2-3 мм.

Засыпка грунта в цилиндрический сосуд 4 производится по схеме представленной на **рис. 3.14-8** (см. Часть III.3.3, опыт 14-8).

Дренажные отверстия в дне, под подвижным поддоном, прикрывались стеклохолстом в один слой, для предотвращения потери сухого грунта.

*Цель опыта 14-9.*

Изучить перемещение радионуклидов цезия из слоя в слой во влажном грунте при малом испарении, с дренированием лишней воды при увлажнении исследуемого слоя грунта.

*Условия проведения опыта 14-9, абсолютно идентичны условиям опыта 14-8.*

В настоящем опыте проведено 3-и периода медленного испарения.

Характеристика основных условий при медленном испарении и изменение радиоактивности по слоям, для каждого периода испарения, приведены в **таблице 3.14-9**.

*Вывод к опыту 14-9.*

1. После периода испарения-1, удельная активность снизилась во всех 3-х слоях, за счет перераспределения пылеватых частиц по всему слою грунта в результате полива:

- из слоя -1 (224 Бк/кг) вымыв или просыпание пылеватых частиц ведет к снижению активности всех трех слоев;
- в слоях 2 и 3 задерживаются пылеватые частицы, вымытые или просыпанные из слоя -1 с маленькой активностью, и это ведет к снижению активности слоев (1 и 2) с большой активностью, за счет перераспределения массы грунта в слоях с разной радиоактивностью.

2. После периода испарения-2, удельная активность всех слоев возросла, то же по причине перераспределения пылеватых частиц, это видно по изменению массы насыпного грунта по слоям.

3. Слой «О» - грунт, который собирается под поддоном, имеет наибольшую активность, т.к. удельная активность совмещенного грунта сл.3 + сл. «О» получалась больше, чем для грунта только одного сл.3. Масса грунта слоя «О» -41г, слоя 3 – 270г.

4. Изменение активности в слоях за счет диффузии и испарения не обнаружено.

Таблица 3.14.-9.- Послойное изменение активности увлажненного грунта слоем 9,7 см в условиях медленного (малого) испарения в сосуде -4 с дренажем.

Габариты сосуда: h=10см; d<sub>дна</sub>=10,3 см; d<sub>вер</sub>=11,7 см; масса сосуда 4 – 44г.

Дата определения активности.	№ № периода и слой грунта.	Грунт				Активность сухой пробы						Масса сосуда-4 с мокрым грунтом.			Дренажная вода. г	Температура, °С
		Глубина слоя	Тип	Масса		Навеска.	Масса н.гр.	Фон.	Актив-ность навески.	Удельная актив-ность. Бк/кг	Измене-ние. + -	Начало периода.	Конец испаре-ния.	Вода испарив-шаяся		
				Сухой.	Мокрый.											
1	2	h.см	4	г	г	г	г	Бк	Бк	Бк/кг	Бк/кг	г	г	г	16	17
	Начало															
10.05.07	сл.1	2	л-сугл.	300	-	200	44,35	70,2	116,2	230	-	-	-	-	-	19
	сл.2	3,2	л-сугл.	305	-	200	42,65		880,5	4051	-	-	-	-	-	
	сл.3	4,5	торфян.	300	-	200	35,75		1219	5744	-	-	-	-	-	
Период медленного испарения 1-151 сут, с 12.05.07÷10.10.07г, вода дистил.-650г.																
15.10.07	сл.1	2,0	л-сугл.	302	470	200	43,85	70,2	103,4	165,7	-	1624	1558	-66	46	17-28-16
	сл.2	3,1	л-сугл.	296	531	200	40,05		783,4	3566	-					
	сл.3	4,4	торфян.	284	477	200	33,95		1113,5	5217	-					
	сл.0	-	~	13	-	-	-	-	-	-	-					
Период медленного испарения 2-30 сут, с 16.10.07÷16.11.07г, вода дистил.-500г + водопр. 200г.																
22.11.07	сл.1	2,0	л-сугл.	298	460	200	45,35	70,2	106,7	182,5	+16,8	1554	1530	-24	107	19÷20
	сл.2	3,1	л-сугл.	291	490	200	41,05		833,9	3818	+252					
	сл.3	4,3	торфян.	270	500	200	33,65		1160	5449	+232					
	сл.3+сл.0	-	~	311	-	-	34,05		1186	5581	+364					
	Вода дренажная			-	107	100	-	63,0	63,28	2,8	-					
Период медленного испарения 3-101 сут, с 26.11.07÷6.03.08г, вода дистил.-700г.																
14.03.07	сл.1	2,0	л-сугл.	294	448	200	45,55	70,2	107,3	185,5	+3	1498	145	-43	108	23÷20
	сл.2	3,1	л-сугл.	290	446	200	41,85		809,3	3695	-123					
	сл.3	4,5	торфян.	310	510	200	32,85		1161	5454	+5					
	сл.0	-	~	-	-	-	-	-	-	-	-					

Примечание: 1. – Слой «0» - это слой грунта, который собирается под подвижным поддоном.

-- В периоде испарения 2 грунт сл.0 и сл.3 объединены для определения активности.

## **ОПЫТ 19. Изменение радиоактивности по вертикальному профилю разнородного грунта общим слоем 18,5 см под слоем стоячей воды 8-10см.**

### *Исходные данные к опыту 19.*

В настоящем опыте для затопления использовались два типа грунта с разной степенью радиоактивности:

1. Грунт общей массой 1037г, с первоначальной удельной активностью  $2720 \div 2320$  Бк/кг, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя на существующей осушительной системе к-за «Комсомолец», Новозыбковского района. Грунт супесчаный, с растительными остатками, цвет серый.

2. Грунт общей массой 1300г, с первоначальной удельной активностью 30,9г, карьерный песок.

Для затопления грунта использовалась дистиллированная вода.

В качестве емкости для засыпки и затопления грунта использовался цилиндрический сосуд-3, изготовленный из пластмассовой 2,5 литровой бутылки  $d=10$ см, высотой 29,7см.

Схема засыпки грунта по слоям и слива воды из сосуда-3 по окончании периода затопления представлена на **рис. 3.20** (см. Часть III.3.3, опыт 20).

Порядок засыпки грунта разной радиоактивности по слоям в сосуде представлен в **таблице 3.19**.

### *Цель опыта 19.*

- Изучить перераспределение радиоактивности по вертикальному профилю, сложенного из разнородных грунтов, затопленных продолжительное время слоем стоячей воды.

### *Условия проведения опыта 19.*

Подготовка, засыпка и затопление грунта, слив воды и определение активности проводились в определенной последовательности по периодам затопления, независимо от их продолжительности.

#### 1. Подготовка емкости для засыпки и затопления почвогрунтов.

- У 2,5 литровой пластмассовой бутылки срезается верхняя суженая часть, чтобы высота емкости равнялась – 29,7см.

- На поверхности приготовленной цилиндрической емкости маркировочным фломастером отмечают: уровни засыпки слоев сухого грунта; постоянный уровень воды – отметка «О», который поддерживается при затоплении; отметки намечаемого слива воды, в конце периода затопления, на уровне от верха (от отметки «О») – 4,5 см и 7,0 см.

- На уровне 4,5см (точка слива-1) и 7,0 см (точка слива-2) прокалывалось одно отверстие диаметром 2-3мм для слива воды.

- На время затопления почвогрунтов отверстия для слива заклеивались скотчем.

- Для увеличения слоя затопления сосуд-3 наращивался.

Для наращивания применялся пластмассовый цилиндрический сосуд идентичный по габаритам основному сосуду. Дополнительный сосуд, с основным соединялись раструбным способом. Дополнительный сосуд с отрезанным дном, вставлялся в основной и место стыка проклеивалось скотчем.

## 2. Подготовка и засыпка слоев почвогрунтов в сосуд-3.

- Каждая проба отобранного грунта высушивалась, измельчалась, просеивалась через сито 1мм и засыпалась в сосуд по слоям.

- Засыпанный грунт состоял из трех чередующихся слоев грунта, разных по радиоактивности: верхний и нижний слои – карьерный песок; средний слой – супесчаный грунт, с повышенной радиоактивностью. Каждый из 3-х слоев разделены на подслои, см. таблицу 3.19.

- Слои песка и супесчаного грунта в сосуде-3 разделяются стеклохолстом в один слой (см. рис. 3.20, Часть III.3.3, опыт 20).

- Подслои в слоях песка и супесчаного грунта разделялись пластмассовой сеткой с ячейками 2 x 2 мм. Разделительную пластмассовую сетку начали укладывать только после периода затопления-2.

- Засыпка до периода затопления-2 состояла из 3-х слоев и 9-ти подслоев грунта, после периода затопления-2 подслои верхнего слоя и среднего слоя укрупнили (объединили), подслоев стало 6-ть (см. таблицу 3.19).

- Поверхность каждого засыпанного слоя выравнивалась торцом линейки и легким встряхиванием сосуда по кругу. На выровненную поверхность укладывался разделительный стеклохолст или сетка.

## 3. Затопление засыпанного слоя грунта в сосуде-3.

- Приготовленный сухой грунт засыпается в сосуд по слоям и фиксируется уровень засыпанного грунта.

- Сверху на засыпанный грунт 18,5 см заливается дистиллированная вода частями 300-400г, по мере впитывания.

- Уровень воды поддерживается на отметке «О» (см. рис. 3.20, опыт 20) весь назначенный период затопления.

- Слой воды над поверхностью грунта поддерживается в пределах 7 ÷ 8см.

- Сосуд -3 с грунтом, затопленный водой, помещается в отведенное укромное место, чтобы избежать встряхиваний, взмучиваний, в комнатных условиях, в удобное для наблюдения и своевременного поддержания уровня воды на отметке «О».

## 4. Слив воды, извлечение грунта из сосуда-3 и определение активности.

В настоящем опыте проведено 4-е периода затопления.

Продолжительность периода затопления назначалась произвольно:

Период 1- затопление 100 сут, с 23.08.06г до 4.12.06г;

Период 2- затопление 134 сут, с 8.12.06г до 23.04.07г;

Период 3- затопление 115 сут, с 7.05.07г до 28.08.07г;

Период 4- затопление 30 сут, с 6.09.07г до 6.10.07г.

Слив слоя воды, над поверхностью грунта, производился из 2-х точек с глубины 4,5 и 7,0 см от отметки «О», через отверстия в стенке сосуда  $d=2-3$  мм.

Слив производился до уровня выше точки 2 на 0,5 см, чтобы избежать взмучивания поверхности затопленного грунта.

Мокрый грунт в сосуде 3 подсушивался в течении 3 ÷ 4 суток на электрокалорифере.

Сосуд с подсохшим, затвердевшим и еще влажным грунтом, для извлечения грунта по слоям, переворачивается в верх дном и слои и подслои, разделенные между собой сеткой и стеклохолстом, легко разъединялись.

Каждый слой помещался в отдельную плошку и сушился в термостате в течении 2-х суток.

Высушенные слои грунта после 2-х суточного охлаждения измельчались, просеивались через сито с ячейками 1 мм.

Проверка активности слитой воды и грунта определялась на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской 150-200 г.

5. Подготовка и засыпка грунта в сосуд-3 для очередного периода затопления.

- Слои грунта, прошедшие проверку на радиоактивность, используются для повторной засыпки в сосуд-3, при этом не нарушалась первоначальная последовательность засыпки слоев по схеме приведенной на рис. 3.20 (см. опыт 20).

Характеристика основных условий проведения опыта 19 и изменение удельной активности по слоям грунта и воды, по каждому периоду затопления, проведены в таблице 3.19.

*Вывод к опыту 19.*

1. Даже незначительное перемешивание слоев грунта с малой и большой активностью влияет на изменение активности обоих:
  - удельная активность верхнего слоя, (песок с малой активностью), возрастает;
  - удельная активность среднего слоя (супесчаный грунт с высокой активностью), резко уменьшается.
2. Избежать перемешивания грунта в соприкасающихся слоях невозможно.
3. Верхний слой грунта перемешивается с подстилающим и за счет взмучивания при первоначальном затоплении и при восстановлении испарившегося слоя воды.
4. Под слоем стоячей воды изменение активности слоев грунта незначительно, по сравнению с водой движущейся (см. Часть III.3.2, опыт 20-I, 20-III, 20-IV).

Таблица 3.19 – Перераспределение радионуклидов в 18,5 см слое разнородного грунта под слоем стоячей воды 8-10 см.

Габариты сосуда 3- h=29.7 см; d=10 см.

Дата определения активности.	№ № периода затопления и слой грунта.	Слой грунта			Активность сухой пробы					
		Тип	Глубина слоя. h, см	Масса. г	Навеска г	Масса н. гр. г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23.08.06	Начало	Между слоями сухого грунта 2 и 3; 3 и 4 уложен стеклохолст.								
	сл.1	вода	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.2-1	п	1	150	100	71,70	69,12	72,2	30,9	-
	сл.2-2	п	1	150	100	71,70	69,12	72,2	30,9	-
	сл.3-1	рад.	2,5	287	150	53,65		477,7	2724	-
	сл.3-2	рад.	2,2	250	150	53,65		462,1	2620	-
	сл.3-3	рад.	2,2	250	150	53,65		417,1	2320	-
	сл.3-4	рад.	2,2	250	75	53,65		417,1	2320	-
	сл.4-1	п	2,0	280	150	71,70		72,2	30,9	-
	сл.4-2	п	2,0	280	150	71,70		72,2	30,9	-
	сл.4-3	п	3,4	440	150	71,70		72,2	30,9	-
6.12.06	Период 1	Затопление -100 сут (23.08.06г ÷ 4.12.06г).								
	сл.1	вода	9	502	285	-	69,12	70,16	3,12	-
	сл.2-1	п	1	160	150	69,95		78,02	59,3	+28,4
	сл.2-2	п	1	143,5	143,5	71,55		88,9	137,9	+107,0
	сл.3-1	рад.	1,8	186	150	54,75		431,6	2417	-307
	сл.3-2	рад.	2,2	227	150	57,85		400,1	2206	-114
	сл.3-3	рад.	4,3	435	150	58,05		386,8	2118	-202
	сл.3-4	рад.	0,8	76	75	57,35		224,5	2078	-242
	сл.4-1	п	2,5	317	150	71,55		23,75	90,4	+59,5
	сл.4-2	п	2,0	268	150	71,65		78,2	60,4	+29,5
	сл.4-3	п	3	415	150	-		-	-	-
27.04.06	Период 2	Затопление -134 сут (8.12.06г ÷ 23.04.07г).								
	сл.1	вода	7-2	-	-	-	-	-	-	-
	сл.2-1	п	1,2	186	150	70,45	69,12	76,29	47,8	-11,5
	сл.2-2	п	0,8	130	130	70,65		80,36	86,5	-51,4
	сл.3-1	рад.	1,9	194	150	62,95		391,4	2148	-269
	сл.3-2	рад.	2,7	270	150	59,25		365	1973	-233
	сл.3-3	рад.	4	394	150	60,75		371,3	2015	-191
	сл.3-4	рад.	0,8	82	75	58,85		217,7	1857	-261
	сл.4-1	п	1,5	224	150	71,65		85,7	110,7	+20,3
	сл.4-2	п	2,2	286	150	71,65		77,01	52,6	-7,8
	сл.4-3	п	2,7	360	-	72,55		-	-	-
27.04.06	Период 2	Затопления - нет. Слои объединили, между подслоями дополнительно проложена пласт. сетка с ячейками 2x2 мм.								
Начало	сл.1	вода	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.2-1	п	2,0	314	200	71,55	69,12	83,6	72,7	-
	сл.2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.3-1	рад.	4,6	460	200	61,75		481,2	2060	-
	сл.3-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.3-3	рад.	4,8	476	200	60,75		454,9	1929	-
	сл.3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.4-1	п	1,5	224	200	72,55		87,6	92,4	-
	сл.4-2	п	2,2	286	200	72,75		78,8	48,5	-
	сл.4-3	п	2,7	360	200	72,95		78,75	48,2	-
5.09.07	Период 3	Затопления -115 сут (7.05.07г – 28.08.07г)..								
	сл.1	вода	7-3,2	300	200	-	63,0	62,4	0	-
	сл.2-1	п	2	304	200	71,95	69,12	80,2	55,4	-17,3
	сл.2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.3-1	рад.	4,3	428	200	62,05		426,2	1786	-274
	сл.3-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.3-3	рад.	4,7	466	200	61,75		414,7	1728	-201
	сл.3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-

продолжение таблицы 3.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	сл.4-1	п	1,2	196	200	72,45		79,38	51,3	-41,1
	сл.4-2	п	2	254	200	72,45		75,56	32,2	-16,3
	сл.4-3	п	3	404	200	72,95		74,4	26,2	-22
13.10.07	Период 4	Загопления -30 сут (6.09.07г – 6.10.07г).								
	сл.1	вода	9	650	200	-	63	62,18	0	-
	сл.2-1	п	2	294	200	73,75	69,12	82,0	64,4	+9
	сл.2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.3-1	рад.	4,3	432	200	65,25		401,1	1660	-126
	сл.3-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.3-3	рад.	4,2	424	200	65,15		398,5	1647	-81
	сл.3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	сл.4-1	п	2	269	200	73,05		82,93	69,1	+17,8
	сл.4-2	п	1,2	203	200	73,15		78,5	46,9	+14,7
	сл.4-3	п	3	400	200	72,55		75,42	31,5	+5,3

## **ОПЫТ 19-1. Изменение радиоактивности по вертикальному профилю однородного грунта общим слоем 18,5 см под слоем стоячей воды.**

*Исходные данные к опыту 19-1.*

Опыт по изучению распределения цезия-137 по вертикальному профилю легкосуглинистого грунта слоем 18,5 см, при постоянном затоплении слоем воды 7-8 см, проводился в комнатных условиях, в открытом цилиндрическом сосуде диаметром 10 см.

Используемая проба грунта общей массой 1867 г, с первоначальной удельной активностью 3991 Бк/кг, представлена однородной почвой легкосуглинистого состава, которая отбиралась на землях СХПК «Решительный», п. Новые Бобовичи, Новозыбковского района.

В качестве емкости, для засыпки пробы грунта и создания профиля глубиной 18,6 см, использовался пластмассовый сосуд 1 без дренажных отверстий, цилиндрической формы, диаметром 10 см, высотой 29,7 см, приготовленный в лабораторных условиях из 2,5 литровой пластмассовой бутылки, с отрезанной верхней зауженной частью.

Затопление слоя грунта в пластмассовом сосуде проводилось дистиллированной водой комнатной температуры.

Первоначальная засыпка исследуемой пробы грунта в пластмассовый сосуд 1 проводилась в виде 6-ти слоев, разделенных друг от друга пластмассовой сеткой с ячейками (2 x 2) мм.

Схема засыпки грунта и слив воды после окончания периода затопления представлена на **рис. 3.20** (см. Часть III.3.3, опыт 20).

Порядок засыпки и масса сухого грунта каждого слоя представлены в **таблице 3.19-1** по периодам затопления.

*Цель опыта 19-1.*

- Изучить перераспределение радиоактивности по вертикальному профилю однородного легкосуглинистого грунта, продолжительное время затопленного слоем стоячей воды.

*Условия проведения опыта 19-1.*

Подготовка, засыпка и затопление исследуемой пробы грунта, слив воды и определение их активности проводились в определенной последовательности по периодам затопления, независимо от их продолжительности, по методике выполнения опыта 19.

1. Подготовка емкости для засыпки и затопления грунта идентичны опыту 19.

- Засыпанный грунт в пластмассовый сосуд слоем 18,6 см представлен одним типом почвы легкосуглинистого состава.

- Слой засыпанного грунта в пластмассовом сосуде разделялся на 6-ть подслоев по 3 см, с помощью пластмассовой сетки с ячейками 2x2 мм.

- Сверху на засыпанный грунт заливалась дистиллированная вода частями по 400-500г, для создания слоя 7-8см воды над поверхностью грунта, в сосуд заливалось 1,35 литра воды.

- Для поддержания постоянного уровня воды над поверхностью затопленного грунта, по мере испарения воды с открытой поверхности, воду осторожно подливали один раз через 10 суток.

Рядом с сосудом содержалась емкость с приготовленной дистиллированной водой.

- В настоящем опыте проведен 1 период затопления продолжительностью в 5,5 месяцев.

## 2. Определение удельной активности воды.

- Для обнаруживания цезия-137 в стоячем слое воды, удельную активность воды определяли на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере – кюветка «Маринелли», с навеской массой 100г, при емкости счета измерительного устройства  $64C'$  импульса и статической погрешности единичных измерений - 25%, (для сокращения времени заполнения емкости счета).

Фон радиометра определяли для «мокрой кюветки» - в кюветку «Маринелли» наливалась дистиллированная вода массой 100г, равная массе навески измеряемой исследуемой пробы (100 г).

Характеристика основных условий проведения опыта 19-1 и изменение удельной активности по слоям грунта и воды в конце периода затопления приведены в таблице 3.19-1.

### *Вывод к опыту 19-1.*

1. При отсутствии дренирования воды из слоя затопленного грунта, произошло снижение удельной активности во всех подслоях исследуемой пробы, кроме в самом нижнем подслое 6-ть.

2. При извлечении грунта из сосуда в конце периода затопления:

- верхние слои 1 и 2 имели текучую консистенцию;
- средний слой 3-имел уплотненную консистенцию;
- нижние слои 4, 5 и 6 имели консистенцию очень плотную, типа пластика, вода из влажного грунта не выдавливалась при нажатии.

3. При определении активности слитой воды, из слоя затопления, цезий обнаруживается только в нижнем слое 1-1,5 см над поверхностью затопленного грунта.

Таблица 3.19-1 – Изменение радиоактивности по вертикальному профилю однородного грунта общим слоем 18,5 см под слоем стоячей воды.

Дата определения активности.	№ периода затопления № слоя грунта.	Слой грунта			Активность сухой пробы					
		Тип	Глубина слоя. h, см	Масса. г	Навеска г	Масса н. гр. г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15.05.08	Начало	Между всеми слоями грунта уложена пластмассовая сетка с ячейками 2x2 мм.								
верх.	сл.1	Л-сугл.	3,1	311	200	49,68	70	866	3980	-
	сл.2	-//-	3,1	312	200	49,75	70	873,6	4018	
	сл.3	-//-	3,1	312	200	49,67	70	870,2	4001	
	сл.4	-//-	3,1	311	200	49,64	70	873,3	4017	
	сл.5	-//-	3,1	311	200	49,55	70	868,05	3990	
низ.	сл.6	-//-	3,1	310	200	49,48	70	858,4	3942	
Период 1 Затопление 1-168 сут с 17.05.08г до 29.10.08г. Затопление сверху 1,35 л дистиллированной водой, за 5-ть месяцев испарилось с поверхности – 2,0 литра воды.										
30.10.08	сл.0-1	вода	3,5	250	100	-	61,71м	60,91	0	-
	сл.0-2	вода	1÷1,5	130	100	-	61,71м	63,17	11	-
2.11.08	сл.1	Л-сугл.	3,15	314	200	46,63	70	830,5	3803	-177
	сл.2	-//-	3,1	308	200	46,37	70	848,5	3893	-125
	сл.3	-//-	3,0	296	200	47,73	70	851,4	3907	-94
	сл.4	-//-	2,8	276	200	46,94	70	844	3870	-147
	сл.5	-//-	3,15	315	200	47,07	70	851,9	3910	-80
	сл.6	-//-	3,1	308	200	47,8	70	860,5	3953	+11
через отверстия d=2 мм в стенке сосуда на уровне слоев 4, 5 и 6 сденирировало 330г воды.										
28.05.08г	Дренажная вода	-	-	330	200	-	62,3м	63,2	4,5	

**ОПЫТ 20. Изменение радиоактивности по вертикальному профилю илистых отложений общим слоем 18,3 см под слоем стоячей воды 8-12см.**

Исходные данные к опыту 20.

Для опыта использовались три типа илистых отложений с разной степенью радиоактивности:

Ил массой 200г с удельной активностью 154 Бк/кг;

Ил массой 850г с удельной активностью 287 Бк/кг;

Ил массой 1132г с удельной активностью 3268 Бк/кг.

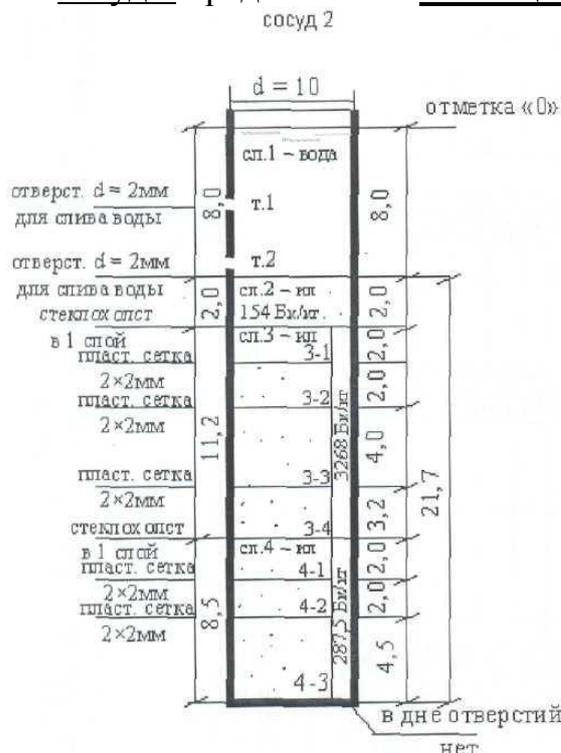
Отбор илистых отложений производился из пруда пос. Карпиловка, Злынковского района. Пруд в момент отбора проб был освобожден от воды для отлова рыбы (см. Часть III.2.1, опыт 5п, обследование от 25.03.06г).

В качестве емкости, для засыпки и затопления илистых отложений, использовался цилиндрический сосуд-2, изготовленный из пластмассовой 2,5 литровой бутылки  $d=10$ см, высотой 29,7см.

Для затопления слоев ила использовалась дистиллированная вода.

Схема засыпки трех типов илистых отложений и слив воды из сосуда-2 по окончании периода затопления представлена на **рис. 3.20**.

Порядок засыпки илистых отложений разной радиоактивности по слоям в сосуд 2 представлен в **таблице 3.20**.



Примечание:

- размеры даны в см,
- между сл.2,3,4 ила укладывается стеклокхолст,
- между подслоями 3-1, 3-2, 3-3, 4-1, 4-2, 4-3 укладывается пластмассовая сетка, начиная с затопления - 4,
- для увеличения слоя воды над поверхностью ила, сосуд 2 наращивали, начиная с затопления 5 и 6,
- отверстие  $d=2$ мм выше поверхности слоя 2 на 0,5см, служит для сброса воды в конце периода затопления,
- между слоями 1 и 2 стеклокхолст заменили на пластмассовую сетку, начиная с затопления - 4;

**Рис. 3.20.** Схема засыпки илистого грунта под слоем стоячей воды в пластмассовом цилиндрическом сосуде 2.

Цель опыта 20.

- Изучить перераспределение радиоактивности по слоям илистых отложе-

ний по вертикальному профилю, под слоем стоячей воды.

- Ответить на вопрос, почему в верхнем слое активность илистых многолетних отложений наибольшая?

*Условия проведения опыта 20.*

Подготовка, засыпка и затопление илистых отложений, слив воды и определение их активности проводились в определенной последовательности, изложенной в опыте 19, для каждого периода затопления, независимо от их продолжительности.

#### 1. Подготовка и засыпка слоев илистых отложений в сосуд-2.

Каждая проба илистых отложений высушивалась, измельчалась, просеивалась через сито 1 мм и засыпалась в сосуд-2 по слоям.

- Засыпанный слой илистых отложений состоял из трех чередующихся слоев различных по радиоактивности: верхний и нижний слои - илистые отложения с маленькой удельной активностью, соответственно 154 Бк/кг и 287,5 Бк/кг; средний слой с повышенной удельной активностью – 3268 Бк/кг. Средний и нижний слои разделены на подслои, см. таблицу 3.20 и рис. 3.20.

- Слои илистых отложений (2, 3, 4) с разной радиоактивностью в сосуде-2 разделяются между собой стеклохолстом в один слой.

- Подслои в среднем (3) и нижнем (4) слоях разделяются пластмассовой сеткой с ячейками 2 x 2 мм. Разделительная пластмассовая сетка проложена только перед началом периода затопления-4.

- Поверхность каждого засыпанного слоя и подслоя выравнивалась торцом линейки и легким встряхиванием сосуда по кругу. На выровненную поверхность укладывался разделительный стеклохолст или сетка.

#### 2. Затопление засыпанного слоя илистых отложений в сосуде-2.

- Приготовленные сухие слои илистых отложений в начале затопления каждый слой отдельно по мере засыпки в сосуд 2, начиная с нижнего слоя: слой 4 - глубиной – 7,5 см; слой 3- глубиной – 8,0 см; слой-2 глубиной – 2 см. После затопления по слоям, с перерывами на впитывание, произошло набухание илистых отложений и слой ила увеличился на 2 см.

- В последующих периодах затопления, слой илистых отложений заливался дистиллированной водой на поверхность всего засыпанного слоя глубиной – 17,0 см и набухание ила не происходило.

- Далее затопление илистых отложений проводилось по правилам описанным в опыте 19.

- Сосуды 2 и 3 с затопленным грунтом помещались рядом друг с другом, в отведенное укромное место, в одинаковых условиях на весь период затопления (см. опыт 19).

- В периодах затопления 4, 5, 6 увеличивался слой затопления до 10-16 см, для этого проводилось наращивание сосуда-2, методом раструбного соединения сосудов с одинаковыми габаритами (см. опыт 19).

3. Слив воды, извлечение грунта из сосуда-2 и определение активности проводились по аналогии опыта 19.

Характеристика основных условий проведения опыта 20 и изменение удельной активности илистых отложений по слоям и слитой воды, по каждому периоду затопления, проведены в **таблице 3.20**.

*Вывод к опыту 20.*

1. Перераспределение радиоактивности по слоям илистых отложений, с истечением времени, идет даже под слоем стоячей воды.
2. Перераспределение радионуклидов в верхнем слое идет интенсивнее, чем в нижние.

Удельная активность верхнего слоя увеличилась с 154 Бк/кг до 701 Бк/кг, а нижнего с 287,5 Бк/кг до 297-282 Бк/кг.

Таблица 3.20 – Перераспределение радионуклидов в 18,3 см слое илистых отложений под слоем стоячей воды 8-16 см.

Габариты сосуда 2 - h=27,3 см; d=10 см.

Дата определения активности.	№ № периода затопления и слоя грунта.	Слой грунта			Активность пробы					
		Тип	Глубина. h, см	Масса. г	Навеска г	Масса н. гр. г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.09.06	Начало	Между слоями сухого ила 2 и 3; 3 и 4 уложен стеклохолст.								
	сл.1	вода	-							
	сл.2	ил	1,8	200	200	55,95	69,1	99,9	154	-
	сл.3-1	ил	2,5	283	200	45,85		722,7	3268	-
	сл.3-2	ил	2,5	283	200	45,85		722,7	3268	-
	сл.3-3	ил	2,5	283	200	45,85		722,7	3268	-
	сл.3-4	ил	2,5	283	200	45,85		722,7	3268	-
	сл.4-1	ил	2,0	226	200	50,25		126,6	287,5	-
	сл.4-2	ил	2,0	227	200	50,25		126,6	287,5	-
	сл.4-3	ил	3,5	397	200	50,25		126,6	287,5	-
21.12.06	Период 1	Затопление -104 сут. (5.09.06г ÷18.12.06г). Затопление каждого слоя отдельно, частями.								
	сл.1	вода	8÷2,5	158	200	-	68,73	62,5	4,9	-
	сл.2	ил	1,9	191	150	46,95	69,1	97,9	192	+38
	сл.3-1	ил	1,7	172	150	39,65		508,4	2956	-312
	сл.3-2	ил	1,5	150	150	39,45		540	3139	-129
	сл.3-3	ил	2	205	150	40,95		548,4	3195	-73
	сл.3-4	ил	3,1	305	150	44,85		551,7	3215	-53
	сл.4-1	ил	1,7	166	150	44,25		122,8	358	+70,5
	сл.4-2	ил	1,7	177	150	44,15		117,7	324	+36,5
	сл.4-3	ил	4,5	447	150	49,75		118,9	329	+41,5
12.04.05	Период 2	Затопление -101 сут. (26.12.06г ÷6.04.07г). Затопление всего слоя грунта по частям.								
	сл.1	вода	8÷0	-	-	-				
	сл.2	ил	1,9	190	150	48,05	69,1	137,7	457	+26,5
	сл.3-1	ил	2	202	150	41,85		455,5	2856	-100
	сл.3-2	ил	2,1	214	150	42,05		520,9	3020	-119

продолжение таблицы 3.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	сл.3-3	ил	2,0	202	150	42,05		520,2	3011	-184
	сл.3-4	ил	1,8	180	150	41,95		520,8	3027	-188
	сл.4-1	ил	1,7	170	150	44,95		134,5	436	+80
	сл.4-2	ил	2,1	206	150	44,65		117,6	323,3	-0,7
	сл.4-3	ил	3,4	334	150	47,85		116,3	314,7	-14,3
3.09.07	Период 3	Затопление -137 сут. (13.04.07г ÷28.08.07г).								
	сл.1	вода	8÷2	78	50	-	62,9	62,04	0	-
	сл.2	ил	1,9	192	150	50,75	69,1	129,5	402,6	-54,4
	сл.3-1	ил	2,0	198	150	43,55		435,7	2444	-412,0
	сл.3-2	ил	2,5	222	150	44,15		460,8	2611	-409,0
	сл.3-3	ил	1,9	187	150	43,85		453,3	2561	-450
	сл.3-4	ил	1,8	184	150	44,15		457,1	2587	-440
	сл.4-1	ил	1,9	188	150	48,45		121,8	348	-88
	сл.4-2	ил	2,1	212	150	47,65		105,3	241,3	-82
	сл.4-3	ил	3,0	304	150	48,15		108,6	263,3	51,4
15.10.07	Период 4	Затопление -30 сут. (5.09.07г ÷9.10.07г). Между подслоями дополнительно проложена пласт. сетка с ячейками 2x2 мм. Сосуд нарастили.								
	сл.1	вода	16÷15	1000	200	-	63,1	62,5	0	
	сл.2	ил	2	202	150	48,75	69,1	168,5	663	+260,4
	сл.3-1	ил	1,7	172	150	43,25		425,1	2373	-71,0
	сл.3-2	ил	2,5	218	150	44,15		449	2533	-78,0
	сл.3-3	ил	1,9	186	150	44,0		458,7	2597	+36,0
	сл.3-4	ил	1,8	178	150	44,85		448	2529	-65,0
	сл.4-1	ил	1,9	188	150	45,89		135,3	441,1	+93,1
	сл.4-2	ил	2,2	224	150	46,49		109,7	270,4	+29,1
	сл.4-3	ил	2,9	286	150	46,55		112,8	291,8	+28,5
16.11.07	Период 5	Затопление -30 сут. (16.10.07г ÷16.11.07г).								
	сл.1	вода	10÷3,5	340	200	-	63,0	61,9	0	-
	сл.2	ил	1,9	189	150	50,65	69,1	177,7	723,8	+60,8
	сл.3-1	ил	1,5	153	150	45,6		418,5	2329	-44
	сл.3-2	ил	2,0	202	150	47,1		450,7	2544	+11
	сл.3-3	ил	2,0	195	150	46,15		466,8	2651	+54

продолжение таблицы 3.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	сл.3-4	ил	1,8	183	150	47,1		448,7	2531	+2	
	сл.4-1	ил	1,7	173	150	47,35		155,2	574	+132,9	
	сл.4-2	ил	2,2	225	150	48,17		113	292,7	+22,3	
	сл.4-3	ил	2,9	290	150	48,21		113,6	296,7	+4,9	
20.03.08	Период 6	Затопление- 114 сут (20.11.07г – 14.03.08г).									
	сл.1	вода	11,5÷10,5	247	200	-	63,0	63,55	2,75	-	
	сл.2	ил	1,7	166	150	53,35	69,1	174,3	701,6	-22,2	
	сл.3-1	ил	1,3	126	150	49,45		385,9	2112	-217	
	сл.3-2	ил	2,1	213	150	48,65		424	2336	-208	
	сл.3-3	ил	2,0	194	150	48,75		452,9	2559	-82	
	сл.3-4	ил	2,0	194	150	47,88		426,3	2382	-149	
	сл.4-1	ил	1,7	169	150	48,88		156	579	+5	
	сл.4-2	ил	2,2	216	150	51,15		113,6	297	+4,3	
	сл.4-3	ил	2,8	282	150	50,05		113,3	282	-14,7	

Примечание: 2,75 Бк/л – активность нижнего 3,5 см слоя воды.

### **III 3.4 Испарение радионуклидов цезия-137 из влажного грунта.** **ОПЫТЫ: 14; 14-1; 14-6; 14-7, 14-10.**

#### **ОПЫТ 14. Испарение радионуклидов цезия-137 из влажного грунта** **слоем 7,7см:**

- при комнатной температуре;
- с подогревом слоя грунта снизу до  $50 \div 65^{\circ}\text{C}$ .

*Исходные данные к опыту 14.*

Опыт 14 проводился в 2-х вариантах:

1. Испарение из слоя грунта 7,7 см при комнатной температуре (сосуд 2).
2. Испарение из слоя грунта 7,7см с подогревом слоя снизу до  $65^{\circ}\text{C}$  на электрокалорифере (сосуд 3).

Грунт для варианта 1 и варианта 2 отбирался одного типа, одинакового по радиоактивности, мехсоставу, по массе – по 860г.

Радиоактивный грунт общей массой 1720г – супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, отбирался из верхнего 10см почвенного слоя, на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского района.

Вода для увлажнения грунта использовалась дождевая, собранная во время продолжительных дождей из водостоков высотных домов в пос. Кокино 29.09.06г.

В качестве емкости для засыпки и увлажнения грунта использовались два одинаковых пластмассовых сосуда емкостью – 1,0л, высотой -10см, в форме цилиндра расширяющегося кверху ( $d_{\text{дна}} = 10,3\text{см}$ ,  $d_{\text{верха}} = 11,7\text{см}$ ).

Подогрев грунта в варианте 3 проводился на электрокалорифере, грунт подогревался снизу (с дна сосуда). Схема установки сосуда-3 на электрокалорифере (или сосуд-2 на столе) и первоначальной засыпки грунта по слоям представлена на **рис. 3.14.**

*Цель опыта 14.*

1. Установить, происходит ли испарение радионуклидов цезия-137 из влажного грунта вместе с парами испаряющей воды.
2. Изучить влияние температурных условий на испарение радионуклидов цезия-137.

*Условия выполнения опыта 14.*

Подготовка, засыпка слоев грунта и увлажнение его в сосудах 2 и 3, для очередного периода испарения, и определение активности, проводились в определенной последовательности, независимо от типа испарения и продолжительности периода испарения:

1. Подготовка и засыпка грунта в сосуды 2и 3.

- В сосуды 2 и 3, соответственно для комнатного испарения и с подогревом, засыпается грунт одного типа, общей массой по 860г в каждый.
- Общая масса исследуемой пробы грунта 1720г высушена, измельчена и просеяна через сито с ячейками 1мм.
- Однородный грунт засыпается в сосуды 2 и 3, в виде 3-х слоев, разделенных между собой пластмассовой сеткой с ячейками 2x2 мм.
- Масса каждого слоя грунта, при первоначальной засыпке, в сосудах 2 и 3 тоже идентичны и составляют для верхнего слоя 1–260г, для 2-х нижних слоев по 300г.
- Слои грунта засыпались в сосуды 2 и 3 поочередно, согласно приведенной схеме, см. **рис. 3.14**. Засыпка начинается с укладки подвижного поддона на дно сосуда, который служит для создания подвижности слою грунта при извлечении влажного грунта из сосуда, в конце испарительного цикла.
- Поверхность каждого засыпанного сухого слоя грунта выравнивается торцом линейки и легким круговым движением по горизонтали, избегая уплотнения слоя и на поверхность укладывается разделительная пластмассовая сетка с ячейками 2x2 мм.
- Слой «О» – грунт, скапливающийся под подвижным поддоном, масса его увеличивается в процессе опыта с очередной засыпкой грунта, для следующего периода испарения.
- После засыпки слоев грунта, фиксируется общая масса сосудов 2 и 3 с сухим грунтом.

## 2. Увлажнение грунта в сосудах 2 и 3.

- Грунт, засыпанный по слоям, увлажнялся, прямо, в сосуде дождевой водой из расчета 480-450г на один испарительный цикл.
- Увлажнение проводилось один раз – в начале периода испарения.
- Увлажнение осуществлялось, в виде дождя порциями по 150 ÷ 200г, по мере впитывания. Продолжительность впитывания около 2-3-х часов. Фиксировалась продолжительность впитывания, температура в комнатных условиях и общая масса сосуда с влажным грунтом.

## 3. Создание условий испарения.

- После полного впитывания воды, фиксировалась общая масса сосуда с влажным грунтом и сосуды 2 и 3 помещались в специально созданные условия для испарения.
- Сосуд 2 – с открытой поверхностью, размещался в определенном месте, в комнатных условиях, на лабораторном столе на высоте 80см от пола. Сосуд 2 находился в покое, в одном и том же месте, в одних и тех же условиях (без сквозняков и проветриваний) весь назначенный испарительный цикл.
- Сосуд 3 – с открытой поверхностью размещался на нагревательном приборе – электрокалорифере, **см. рис. 3.14**, температура подогрева до 65<sup>0</sup>С.
- Сосуды 2 и 3, весь назначенный период испарения, находились в одной и той же лаборатории, на расстоянии друг от друга 5м.
- Ежедневно фиксируется температура в комнатных условиях и темпе-

ратура грунта.

- Продолжительность периода испарения составляет 5 суток и для сосуда 2 и сосуда 3. Длительность его определялась степенью высушивания верхнего слоя в сосуде 3 (при подогреве).

#### 4. Определение активности грунта, извлечение из сосудов и подготовка его к очередному периоду испарения.

- В настоящем опыте проведено 5-ть испарительных циклов.

- В конце испарительного цикла, через 5-ть суток, грунт извлекается из сосудов по слоям. За тесемки из шпагата весь слой грунта приподнимается на подвижном поддоне и с помощью разделительной сетки отделяются последовательно друг от друга затвердевшие слои. Каждый отделившийся слой грунта выкладывался в отдельную площадку и определялась масса влажного слоя.

- Влажные слои грунта, в отдельной площадке, досушиваются на электрокалорифере в течении – 2 суток.

- Грунт слоя «О» из сосуда не извлекался и не подвергался сушке.

- Активность измельченного грунта измеряется, для каждого извлеченного слоя, на радиометре РУБ – 01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой 200-150г.

- После определения активности, слои сухого грунта засыпаются в сосуды 2 и 3, соответственно в том же порядке, как указано на схеме, см. **рис. 3.14**. Засыпка начинается с укладки подвижного поддона. Подвижный поддон укладывается на оставшийся в сосуде грунт слоя «О». Диаметр подвижного поддона равен диаметру дна. С увеличением слоя «О» увеличивается зазор между стенками сосуда и кромкой поддона, что способствовало росту слоя «О», за счет осыпавшегося грунта.

Грунт, осыпавшийся под поддон, в сосудах 2 и 3 по цвету более темный, более легкий, по сравнению с вышележащими слоями и удельная активность в слое «О» превышала первоначальную в трех вышележащих слоях. (См. таблицу 3.14, испарительный цикл 5).

Основные условия испарения и изменения активности влажного грунта по слоям, после каждого испарительного цикла при комнатной температуре и с подогревом на электрокалорифере, приведены в **таблице 3.14**.

#### *Вывод к опыту 14.*

1. Повышенная удельная активность в грунте слоя «О», с наименьшей массой насыпного грунта в нем, обусловлены наибольшей радиоактивностью мельчайших частиц почвы.

2. Средняя удельная активность для 3-х слоев грунта при испарении, с нижним подогревом всего слоя – 7,7 см, меньше, чем при комнатной температуре на 110 Бк/кг:

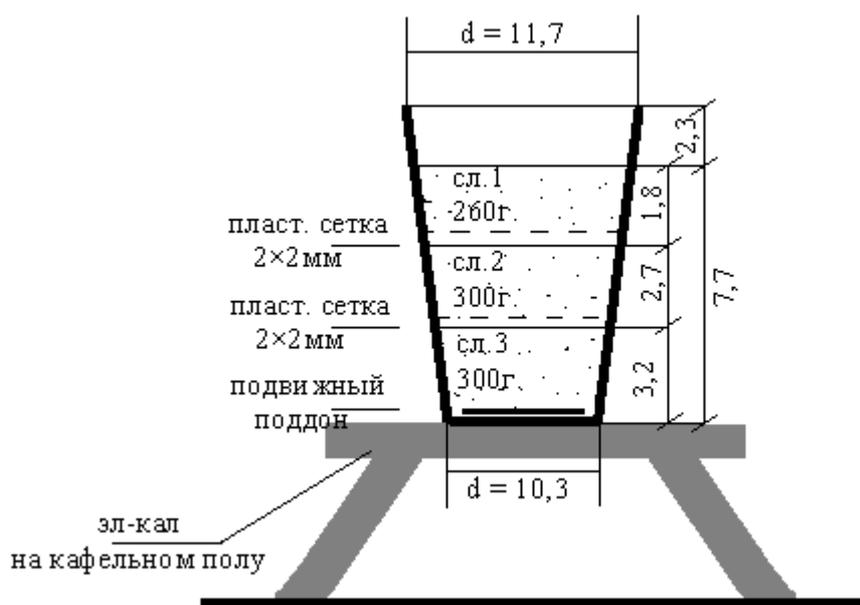
- при комнатном испарении, средняя удельная активность за 5-ть испарительных циклов снизилась, по сравнению с первоначальной, на 729 Бк/кг;

- при испарении с нижним подогревом, средняя удельная активность за 5-ть испарительных циклов снизилась, по сравнению с первоначальной, на 619 Бк/кг.

3. Удельная активность верхнего слоя при комнатном испарении снижается медленнее, чем при испарении с **нижним** подогревом в 1,5 раза:

- удельная активность верхнего слоя, за 5-ть циклов испарения, снизилась, по сравнению с первоначальной, при комнатном испарении на 1429 Бк/кг, при испарении с подогревом на 2214 Бк/кг;

- удельная активность 2-х нижних слоев грунта, в каждом цикле испарения, при комнатном испарении всегда меньше (т.е. интенсивность испарения больше), чем в верхнем, а при испарении с нижним подогревом всегда больше (т.е. интенсивность испарения меньше), чем в верхнем слое.



**Рис. 3.14.** Схема установки сосуда 3 на электрокалорифере, для подогрева слоя грунта снизу.

Примечания:

- размеры даны в см;
- между слоями пластмассовая сетка с ячейками 2×2мм;
- на дне сосуда подвижный поддон для изъятия слоев грунта;
- в дне нет дренажных отверстий;

Таблица 3.14 – Испарение радионуклидов из слоя влажного супечсаного грунта 7,7см при комнатной температуре (сосуд 2) и с подогревом на эл-калорифере снизу (сосуд 3).

Габариты сосудов: h=10см; : d<sub>дна</sub>=10,3см; d<sub>верх</sub>=11,7 см.

Дата определения активности.	№ испарения, № слоя	Продолжительность испарения.  сут	Вода для замочки		Температура испарения.  t <sup>0</sup> C	Общая масса пробы грунта.  г	Активность сухой пробы						Средняя удельная активность.  Бк/кг
			Тип	Масса.  г			Навеска.  г	Масса н.гр.  г	Фон.  Бк	Активность навески.  Бк/кг	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сосуд – 2 – испарение при комнатной температуре.													
17.10.06	Начало	-	-	-	20								
	сл.1					260	260	48,25	68,76	3621	13662		13382
	сл.2					300	300	49,35		4042	13244		
	сл.3					300	300	49,75		4052	13277		
26.10.06	Испар. 1	5	дождев.	480	20-25								
	сл.1					249	200	46,75	68,76	2733	13321	-341	
	сл.2					289	200	48,25		2672	13010	-234	
	сл.3					283	200	48,25		2629	12801	-476	
	сл.0					39	-	-	-	-	-		
8.11.06	Испар. 2	5	дождев.	480	25-20								
	сл.1					226	200	48,15	68,76	2664	12974	-347	
	сл.2					284	200	48,05		2591	12611	-399	
	сл.3					264	200	49,35		2552	12419	-382	
	сл.0					59	-	-	-	-	-		
21.11.06	Испар. 3	5	дождев.	480	18								
	сл.1					206	200	49,25	68,76	2547	12391	-584	
	сл.2					284	200	49,55		2531	12308	-303	
	сл.3					264	200	48,85		2484	12073	-346	
	сл.0					86	-	-	-	-	-		
30.11.06	Испар. 4	5	дождев.	450	18-20								
	сл.1					174	172,5	49,35	68,76	2183	12258	-133	
	сл.2					299	200	49,03		2495	12129	-179	
	сл.3					258	200	49,65		2480	12054	-19	
	сл.0					106	-	-	-	-	-		
10.12.06	Испар. 5	5	дождев.	450	20								
	сл.1					155	150	51,25	68,76	1904	12233	-25	

продолжение таблицы 3.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	сл.2					297	200	51,05		2557	12441	+312	12653
	сл.3					257,4	200	51,45		2518	12246	+192	
	сл.0					129	118,7	<b>41,55</b>	-	1785	<b>14459</b>		
Сосуд – 3 – испарение с подогревом на эл-калорифере с низу.													
17.10.06	Начало	-	-	-	20								13315
	сл.1					260	260	49,61	68,76	3550	13387		
	сл.2					300	300	49,14		4044	13251		
	сл.3					300	300	49,45		4064	13318		
26.10.06	Испар. 1	5	дождев.	480	30-35								
	сл.1					244	200	48,35	68,76	2618	12746	-641	
	сл.2					285	200	48,13		2647	12890	-361	
	сл.3					295	200	48,18		2649	12900	-418	
	сл.0					36	-	-	-	-	-		
8.11.06	Испар.2	5	дождев.	480	30-35	Полили грунт и сосуд сразу поставили на эл-калорифер							
	сл.1					199,1	199,05	49,95	68,76	2511	12270	-476	
	сл.2					281	200	49,05		2641	12864	-26	
	сл.3					266	200	49,33		2637	12841	-59	
	сл.0					66	-	-	-	-	-		
21.11.06	Испар.3	5	дождев.	480	30-34	Вся вода впиталась и тогда поставили на эл-калорифер.							
	сл.1					174	174	50,95	68,76	2065	11472	-798	
	сл.2					275	200	49,17		2535	12330	-534	
	сл.3					245	200	49,42		2507	12195	-646	
	сл.0					101	-	-	-	-	-		
30.11.06	Испар. 4	5	дождев.	450	27-32								
	сл.1					148	147,3	49,35	68,76	1748	11400	-72	
	сл.2					279	200	49,35		2487	12091	-239	
	сл.3					215	200	50,95		2459	11950	-245	
	сл.0					121	-	-	-	-	-		
10.12.06	Испар. 5	5	дождев.	450	30-34								
	сл.1					133	133,1	50,14	68,76	1562	11173	-227	12696
	сл.2					293	200	50,85		2515	12232	+141	
	сл.3					190,3	190,3	52,55		2413	12317	+367	
	сл.0					200	200	<b>45,05</b>	-	3014	<b>14730</b>		

Примечание: Слой 0- грунт, который обсыпается под подвижный поддон. Этот грунт имеет наиболее мелкую структуру, чем в выше лежащих слоях и поэтому обладает наибольшей удельной активностью, см. испарение 5.

## **ОПЫТ 14-1 Испарение радионуклидов цезия-137 из влажного грунта слоем 8,1 см, при комнатной температуре.**

*Исходные данные к опыту 14-1.*

Опыт 14-1 является продолжением опыта 14, только, для одного варианта – испарение при комнатной температуре.

В качестве емкости для засыпки и увлажнения грунта использовался тот же сосуд-2 в форме цилиндра расширяющегося к верху, вместимостью – 1 литр, высотой 10см.

Нумерация циклов испарения для опыта 14 и 14-1 общая.

Грунт общей массой 900г, представляет собой смесь всего грунта опыта 14 общей массой 837 и частично дополненного грунтом такого типа массой 63г.

Вода для увлажнения грунта используется дождевая, та же, что в опыте 14, дистиллированная и др.

Схема послойной засыпки грунта в сосуд 2 представлена на **рис. 3.14** (см. **Часть III.3.4, опыт 14**).

*Цель опыта 14-1.*

Выявить испарение радионуклидов цезия-137 из слоя влажного грунта вместе с парами испаряющейся воды, при комнатной температуре в течении длительного периода испарения (5 ÷ 30 суток).

*Условия проведения опыта 14-1.*

Подготовка, засыпка слоев грунта, увлажнение его в сосуде 2 для очередного испарительного цикла, и проверка активности проводились в определенной последовательности, независимо от продолжительности периода испарения, по методике выполнения опыта 14.

### 1. Подготовка и засыпка грунта в сосуд 2.

- В начале (испарения 6) подготовленный грунт массой 900г (высушенный, измельченный, просеянный через сито 1мм без остатка) тщательно перемешивался и делился на три равные части массой по 300г.
- В сосуд 2 грунт засыпался в виде трех слоев одинаковой массы, согласно приведенной схеме на рис. 3.14 (см. Часть III.3.4, опыт 14).
- Первоначальная активность сухого грунта по слоям перед началом **испарения 6** не проверялась.

Активность сухого грунта по слоям определялась по окончании **испарения 6**.

Удельная активность сухого грунта по слоям **испарения 6** принята за первоначальную активность для опыта 14-1.

### 2. Определение активности грунта, извлечение из сосуда и подготовка его к очередному испарительному циклу.

- В опыте 14-1 проведено 12 испарительных циклов (6 ÷ 18), в том числе после окончания испарительных циклов с 7-го по 10-й, для определения

активности грунта, из сосуда 2 извлекался только верхний слой. Два нижних слоя оставались в сосуде 2 и не подвергались сушке. После окончания циклов с 11-го по 18-й – извлекались все три слоя грунта.

- Грунт осыпавшийся под поддон, из которого в предыдущем опыте 14 формировался слой –«О», при извлечении грунта, присоединялся к нижнему слою-3.

- В испарительных циклах 15, 16 проводилось рыхление верхнего слоя грунта на глубину 0,5см, на третьи сутки испарения.

- Продолжительность испарительных циклов от 5 до 30 суток.

- Активность сухого, измельченного грунта, измерялась, для каждого извлеченного слоя, на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой 200г.

Активность потерянной массы грунта оценивается по активности мельчайших частиц грунта данной пробы, т.е. его активность увеличивается по сравнению с первоначальной активностью всей пробы в 3 раза (см. Часть III.3.2, опыт 20-1).

Основные условия испарения и изменение активности влажного грунта по слоям, после каждого испарительного цикла, приведены в таблице 3.14-1.

*Выводы к опыту 14-1.*

1. В течении 5-ти суточных испарительных циклов (см. испарение 7, 8, 9, 10) удельная активность верхнего слоя снизилась с 12501 Бк/кг до 11700 Бк/кг (на 801 Бк/кг).

2. Средняя удельная активность трех слоев в течении 7-ми испарительных циклов, продолжительностью испарения от 14 до 32 суток, с применением для увлажнения воды разного типа (снеговая, дистиллированная, из МК осушительного канала и т.д.), с рыхлением верхнего слоя на третьи сутки, снизилась с 11985 Бк/кг до 9486 Бк/кг (на 2499 Бк/кг).

Масса грунта 3-х слоев за это время уменьшилась на 53г.

Принимая во внимание, что удельная активность потерянного грунта 53г, в три раза больше первоначальной для всей пробы и равна 35955 Бк/кг, то уменьшенная средняя удельная активность трех слоев после испарительного цикла – 17 составляет 11148 Бк/кг и снижение за счет испарения равно 837 Бк/кг, а не 2499 Бк/кг.

Например:

- Цикл 11 –  $A_{cp11} = 11985$  Бк/кг, масса пробы 859г

- Цикл 17 –  $A_{cp17}$  – опред. расчетом:

Сл 1 - 250г x 9136 Бк/кг = 2284000

Сл 2 - 216г x 9536 Бк/кг = 2059776

Сл 3 - 340г x 9786 Бк/кг = 3327240

- Потери 53г x 35955 Бк/кг = 1905614

$\Sigma 9576631: 859г = 11148$  Бк/кг

$A_{cp17} = 11148$  Бк/кг;  $A_{cp11} - A_{cp17} = 837$  Бк/кг.

Таблица 3.14-1 – Испарение радионуклидов из слоя влажного супесчаного грунта 8,1см при комнатной температуре.

Габариты сосудов: h=10см; : d<sub>дна</sub>=10,3см; d<sub>верх</sub>=11,7 см.

Дата определения активности.	№ цикла испарения, № слоя	Испарение. сут	Поливная вода		Температура испарения. t <sup>0</sup> С	Масса грунта		Активность сухого грунта						Примечание	
			Тип	Масса. г		Сухой. г	Мокр. г	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески Бк/кг	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Продолжение опыта 14, сосуд 2 – испарение при комнатной температуре.															
25.12.06	Начало (испар. 6)	5	дождев.	450	10-19	Сосуд с грунтом стоял на столе.									
	сл.1					300		200	49,25	68,76	2569	12501	-		
	сл.2					300		200	51,25		2586	12586	-		
	сл.3					300		200	50,85		2553	12421	-		
6.01.07	Испар. 7	5	дождев.	450	13-17	Грунт слоя 2 и 3 не извлекали из сосуда.									
	сл.1					269	386	200	52,25	68,76	2550	12406	-95		
	сл.2					-	-	-	-	-	-	-	-		
	сл.3					-	-	-	-	-	-	-	-		
18.01.07	Испар. 8	5	дождев.	320	18-20										
	сл.1					240,4	349	200	51,75	68,76	2496	12136	-270		
	сл.2					-	-	-	-	-	-	-	-		
	сл.3					-	-	-	-	-	-	-	-		
27.01.07	Испар. 9	6	дождев.	200	22÷18										
	сл.1					234	330	200	51,25	68,76	2461	11961	-175		
	сл.2					-	-	-	-	-	-	-	-		
	сл.3					-	-	-	-	-	-	-	-		
5.02.07	Испар. 10	5	дождев.	200	18-16,5										
	сл.1					179	250	179	51,45	68,76	2163	11700	-261		
	сл.2					-	-	-	-	-	-	-	-		
	сл.3					-	-	-	-	-	-	-	-		
22.02.07	Испар. 11	14	дождев.	200	16,5-18	Массу грунта изменили за счет нижних слоев.									
	сл.1					270	349	200	50,55	68,76	2444	11864	-637		
	сл.2					274	375	200	48,75		2492	12116	-470		
	сл.3					315	424	200	48,55		2464	11976	-445		
10.03.07	Испар. 12	16	дождев.	400	10-22										
	сл.1					267	320	200	52,65	68,76	2384	11576	-288		
	сл.2					295	360	200	51,70		2462	11966	-150		
	сл.3					270	360	200	52,05		2425	11781	-185		

продолжение таблицы 3.14-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
28.03.07	Испар. 13	14	снегов.	400	21-25									
	сл.1					244	290	200	50,85	68,76	2376	11536	-40	
	сл.2					300	358	200	51,55		2388	11596	-370	
	сл.3					274	358	200	50,55		2404	11676	-195	
14.04.07	Испар. 14	13	снегов.	400	25-16									
	сл.1					226	278	200	53,03	68,76	2283	11071	-465	
	сл.2					306	392	200	51,85		2371	11511	-85	
	сл.3					282	366	200	51,0		2411	11711	+35	
25.05.07	Испар. 15	32	дистил.	400	15-20									
	сл.1		с рахлен. на 3 сут. сл.1 на глуб. 0,5 см			212	264	200	53,35	68,76	2106	10186	-885	
	сл.2					308	396	200	52,95		2147	10391	-1120	
	сл.3					276	364	200	52,25		2259	10951	-760	
16.06.07	Испар. 16	18	дистил.	400	26-28	Сосуд с грунтом стоял на кафельном полу.								
	сл.1		с рыхлен. на 3-е сут. сл.1 на глуб 0,5 см			266	330	200	54,75	68,76	2048	9896	-290	
	сл.2					228	292	200	54,15		2120	10256	-135	
	сл.3					322	200	200	51,95		2178	10546	-405	
13.07.07	Испар. 17	20	дистил.	400	27-24									
	сл.1		+ 5г селитры			253	314	200	54,75	68,75	2022	9766	-130	
	сл.2					218	376	200	52,25		2104	10176	-80	
	сл.3					341	400	200	52,95		2119	10251	-295	
28.08.07	Испар. 18	30	дистил.	400	22-26									
	сл.1		из МК			250	274	200	54,15	68,75	1896	9136	-601	
	сл.2		п. Колодезский			216	248	200	52,05		1976	9536	-640	
	сл.3					340	370	200	53,45		2026	9786	-465	

## **ОПЫТ 14-6 Испарение радионуклидов цезия-137 из влажного грунта слоем 7,6 см, при подогреве с поверхности (под электрокалорифером).**

*Исходные данные к опыту 14-6.*

Опыт 14-6 является продолжением опытов 14 и 14-2 для одного варианта – испарения с подогревом, но подогрев проводился с поверхности слоя грунта, а не с низу, как в опыте 14 и 14-2.

В качестве емкости для засыпки и увлажнения грунта использовался сосуд-3 в форме цилиндра расширяющегося кверху, вместимостью 1 литр, высотой 10см.

Нумерация циклов испарения для опытов 14, 14-2 общая (циклы 12 ÷17).

Грунт общей массой 850г, после окончания испарительного цикла 12 в опыте 14-2, для использования в настоящем опыте, вновь тщательно перемешивался.

Вода для увлажнения грунта использовалась двух типов – дождевая и снеговая. Увлажнялся грунт один раз за испарительный цикл, в начале цикла, из расчета 400-450г воды на весь предстоящий цикл.

Подогрев поверхности грунта слоем 7,6 см в сосуде -3 осуществляется под электрокалорифером.

Схема послойной засыпки грунта в сосуд-3 и установка емкости под электрокалорифер, для подогрева с поверхности слоя грунта, представлена на **рис. 3.14-6.**

*Цель опыта 14-6.*

Изучить испарение радионуклидов из влажного грунта слоем 7,6 см в условиях, приближенных к естественным в теплую-жаркую погоду (нагрев грунта с поверхности).

*Условия проведения опыта 14-6.*

Подготовка, засыпка слоев грунта, увлажнение его в сосуде-3, для очередного периода испарения, подогрев и определение активности проводились в определенной последовательности, независимо от продолжительности испарительного цикла, по методике выполнения опыта 14.

**1. Подготовка и засыпка грунта в сосуд 3.**

- В начале (перед испарением 12) подготовленный грунт массой 850г (высушенный, измельченный, просеянный через сито 1мм без остатка) тщательно перемешивался и разделен на три части массой 300, 275, 275г.

Активность подготовленного сухого грунта определялась, для каждой выделенной части грунта, отдельно, на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли», для навесок массой 200г.

- Однородный грунт засыпается в сосуд-3 в виде трех слоев, разделенных между собой пластмассовой сеткой в 1 слой с ячейками 2x2 мм, в соответствии со схемой представленной на **рис. 3.14-6**.

- Масса слоя 1 увеличена до 300г по сравнению с ниже лежащими слоями массой 275г, т.к. масса верхнего слоя быстро уменьшается, пересыпаясь через разделительную сетку в процессе проведения опыта.

- Порядок засыпки 3-х слоев грунта в сосуд-3 и его увлажнение аналогичны опыту 14.

## 2. Определение активности грунта, извлечение из сосуда и подготовка его к очередному периоду испарения.

- В опыте 14-6 проведено всего 6-ть испарительных циклов ( $12 \div 17$ ), с подогревом с поверхности слоя грунта под электрокалорифером, в том числе циклы 15, 16, 17 с рыхлением корки в верхнем слое на глубину 0,3-0,5мм, на вторые –третьи сутки от начала соответствующего цикла испарения.

- В каждом из 6-ти проведенных испарительных циклов, для проверки активности, извлекались из сосуда все три слоя.

- Грунт осыпавшийся под поддон, (из которого в предыдущем опыте 14 формировался слой –«О»), при извлечении грунта из сосуда-3, присоединялся к нижнему слою 3.

- Продолжительность испарительных циклов от 5 до 6 суток.

- Потери грунта при извлечении его из сосуда, в процессе сушки проб по слоям, и непредвиденные потери массы пробы, происходящие при пересыпке из тары в тару, в измерительный контейнер и обратно, при перемешивании и определении массы насыпного грунта в 50мл емкости, за счет распыления и оседания мельчайших частиц грунта на стенках тары, составляют 3,3% от общей массы грунта за весь испарительный цикл.

- Активность потерянной массы грунта оценивается по активности мельчайших частиц данной пробы, т.е. ее активность увеличивается по сравнению с первоначальной активностью пробы в 3 раза (см. Часть III.3.2, опыт 20-Г).

- Активность сухого подготовленного грунта определяется, для всех извлеченных слоев, на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», для навесок массой 200г.

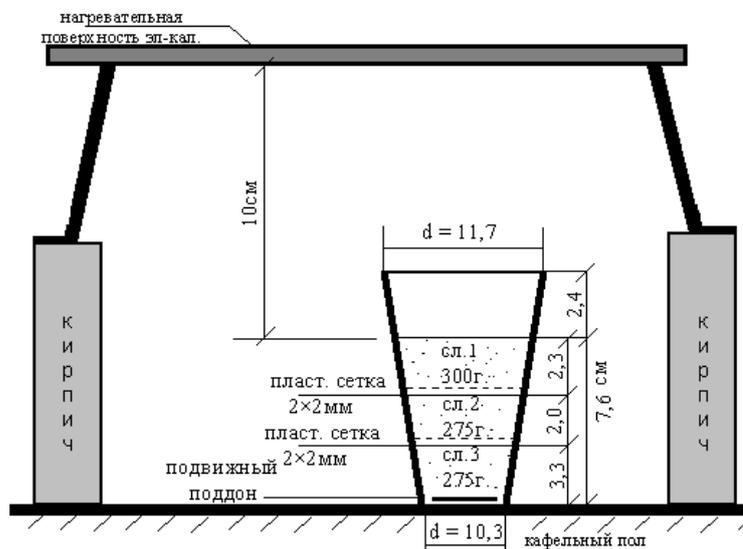
- После определения активности, грунт вновь засыпается в сосуд-3 в виде трех слоев, в порядке предыдущего испарительного цикла, увлажняется и в соответствии со схемой представленной на **рис. 3.14-6** отправляется для подогрева на весь испарительный цикл.

Основные условия испарения и изменение активности влажного грунта по слоям, после каждого испарительного цикла, приведены в **таблице 3.14-6**.

### *Выводы к опыту 14-6.*

1. При испарении с подогревом поверхности слоя грунта в течении 6-ти циклов, удельная активность верхнего слоя снизилась с 12070 Бк/кг до 10305 Бк/кг, общее снижение произошло на 1765 Бк/кг, при этом общее снижение удельной активности нижних слоев меньше и составляет 73% от верхнего слоя.

2. Снижение средней удельной активности, всех трех слоев, за весь 30-суточный период испарения с подогревом поверхности до 30-38<sup>0</sup>, только за счет испарения составило 1209,5 Бк/кг (см. расчет, таблица 3.14-6.1).



**Рис. 3.14-6 Схема послойной засыпки грунта в сосуд 3 для подогрева с поверхности**

Примечания:

- в дне сосуда 3 нет дренажных отверстий;
- между слоями грунта в сосуде 3 уложена пластмассовая сетка в 1 слой с ячейками 2×2мм;
- на дне сосуда укладывается дополнительный подвижный поддон для изъятия грунта;

Таблица 3.14-6 – Испарение радионуклидов из слоя влажного супесчаного грунта 7,6 см с подогревом поверхности под эл-калорифером.

Габариты сосуда: h=10 см, d<sub>дна</sub> = 10,3 см, d<sub>верха</sub> = 11,7 см.

Дата определения активности.	№ № испарения и слоя грунта	Испарение. сут	Поливная вода		Температура испарения. t <sup>0</sup> С	Масса грунта		Активность сухого грунта						
			Тип	Масса. г		Сухой. г	Мокр. г	Навеска. г	Маса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Продолжение опыта 14-2, сосуд 3 – испарение с подогревом поверхности														
3.02.07	Начало	-	-	-	12									
	сл.1					300	-	200	50,85	69,35	2484	12070	-	
	сл.2					275	-	200	51,33		2521	12255	-	
	сл.3					275	-	200	51,38		2520	12226	-	
12.02.07	Цикл 12	5	дождев	450	30									
	сл.1					282	290	200	51,85	69,35	2495	12135	+65	
	сл.2					277	320	200	50,85		2523	12269	+14	
	сл.3					282	330	200	51,45		2442	11863	-363	
21.02.07	Цикл 13	6	дождев	400	33÷35									
	сл.1					244	250	200	51,25	69,35	2403	11667	-468	
	сл.2					302	332	200	52,45		2474	12021	-248	
	сл.3					306	352	200	51,25		2404	11673	-190	
2.03.07	Цикл 14	5	дождев	400	33÷35									
	сл.1					234	242	200	52,75	69,35	2372	11510	-157	
	сл.2					308	344	200	52,25		2432	11811	-210	
	сл.3					308	348	200	51,35		2412	11715	+42	
14.04.07	Цикл 15	6	дождев	400	35÷40									
	сл.1	С рыхлен. на 2-е сут.					230	234	200	53,95	69,35	2310	11200	-310
	сл.2	Сл.1 на глуб. 0,3 см.					298	332	200	52,85		2425	11791	-20
	сл.3					312	346	200	63,85		2365	11475	-240	
22.03.07	Испар. 16	5	снегов.	400	34-35									
	сл.1	С рыхлен. на 2-е сут.					218	230	200	60,1	69,35	2224	10771	-429
	сл.2	Сл.1 на глуб. 0,3 см.					300	340	200	53,95		2330	11303	-488
	сл.3					318	370	200	52,65		2243	10831	-644	
3.04.07	Испар. 17	5	снегов.	400	32-38									
	сл.1	С рыхлен. на 3-и сут.					216	218	200	53,35	69,35	2131	10305	-466
	сл.2	Сл.1 на глуб. 0,3 см.					286	314	200	52,95		2297	11140	-163
	сл.3					320	366	200	53,25		2217	10739	-92	

Таблица 3.14-6.1 – Расчет потерь активности грунта к 17 циклу за счет уменьшения массы и за счет испарения при подогреве под электрокалорифером в 3-х слоях.

№ испарительный цикл	Грунт		Удельная активность. Бк/кг	Активность пробы, гр3 x гр4 Бк	Средняя удельная активность гр5 x гр2 Бк/кг	Общее изменение активности. Бк/кг	Примечание
	Общая масса. г	В т.ч. по слоям. г					
1	2	3	4	5	6	7	8
Начало.							
сл.1	850	300	12070	3621,0			
сл.2		275	12255	3370,125			
сл.3		275	12226	3362,15			
итого		850	-	10353,275	12180	-	
Цикл 17	850	-	-	-	-		
сл.1	822	216	10305	2225,88			
сл.2		286	11140	3186,04			
сл.3		320	10739	3436,48			
итого		822		8848,4	10764	-1416	12180-10764=1416
общие потери	28	28	53745,5	1504,875	53745,5		53745,5:12180=4,4 1 раза
потери за счет массы	-	28	10764x4,41	1329,14	4746,92	-	
итого	850	850	-	10177,54	11973,5	-206,5	8848,4+1329,14 = =10177,54
							12180- 11973,5=206,5
потери за счет испарения.	-	-	-	-	-	-1209,5	

**ОПЫТ 14-7 Испарение радионуклидов цезия-137 из влажного грунта слоем 8,0 см, при подогреве с поверхности (верхний слой с маленькой радиоактивностью).**

*Исходные данные к опыту 14-7.*

Опыт 14-7 является продолжением опытов 14-6 для варианта – испарения с подогревом слоя грунта.

В качестве емкости для засыпки и увлажнения грунта использовался тот же сосуд-3, что в опыте 14-6, вместимостью 1 литр, высотой 10см.

Нумерация испарительных циклов для опытов 14-6 и 14-7 общая (циклы  $18 \div 25$ ).

Грунт в опыте 14-7 использовался из опыта 14-6, после испарительного цикла 17, с заменой только слоя 1 на грунт с меньшей удельной активностью – 2576 Бк/кг, массой -300г вместо 216г.

Тип грунта и масса двух нижних слоев (2 и 3) оставлены без изменения, соответственно массой 286г и 320г.

Вода для увлажнения грунта использовалась снеговая, дистиллированная и др. Увлажнялся грунт один раз за испарительный цикл, только в начале цикла из расчета на весь предстоящий цикл 400г.

Подогрев поверхности грунта слоем 8,0 см в сосуде -3 осуществлялся под электрокалорифером.

Схема послойной засыпки грунта в сосуд 3 и установка емкости под электрокалорифер для подогрева с поверхности слоя грунта представлена на **рис. 3.14-6** (см. Часть III.3.4, опыт 14-6).

*Цель опыта 14-7.*

- Проследить перемещение радионуклидов цезия-137, с испаряющейся водой, из нижних слоев грунта в верхние.
- Уточнить произойдет ли увеличение удельной активности верхнего слоя грунта, если удельная активность нижних слоев выше, чем в верхнем.

*Условия проведения опыта 14-7.*

Подготовка, засыпка слоев грунта, увлажнение его в сосуде-3, подогрев и определение активности проводилось в определенной последовательности, независимо от продолжительности испарительного цикла, по методике выполнения опытов 14; 14-6.

1. Подготовка и засыпка грунта в сосуд -3.

- В начале (перед испарением 18) подготовленный грунт верхнего слоя -1 массой 300г (высушенный, измельченный, просеянный через сито 1мм без остатка) проверялся на активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли», для навески массой 200г.

- Грунт двух нижних слоев (2 и 3) оставлены такими, как сформировались после испарительного цикла 17 (см. опыт 14-6). Грунт этих слоев не перемешивался между собой перед засыпкой в сосуд 3 в цикле 18.

- В сосуд-3 грунт засыпался в виде трех подготовленных слоев массой: слой 1–300г; слой 2 – 286г; слой 3–320г.

- Между слоями 1 и 2 уложен стеклохолст, чтобы они не смешивались.

2. Определение активности грунта, извлечение из сосуда и подготовка его к очередному периоду испарения проводились по аналогии опыта 14-6.

- В опыте 14-7 проведено всего 8-мь испарительных циклов ( $18 \div 25$ ) с продолжительностью каждого  $8 \div 14$  суток.

- Испарительные циклы отличаются друг от друга продолжительностью и типом воды для увлажнения грунта.

- В каждом из 8-ми проведенных испарительных циклов, для проверки активности, извлекались из сосуда одновременно все три слоя грунта.

- Грунт, осыпавшийся под поддон, при извлечении из сосуда-3 присоединялся к нижнему слою 3.

Основные условия испарения и изменение активности грунта, после каждого испарительного цикла, приведены в таблице 3.14-7.

*Выводы к опыту 14-7.*

1. Общее снижение удельной активности двух нижних слоев на 4275 Бк/кг произошло в основном за счет просыпания грунта верхнего слоя, с удельной активностью в 4,2 раза меньшей. Масса верхнего слоя грунта к 25-му испарительному циклу уменьшилась на 43г, несмотря на проложенный стеклохолст между слоями 1 и 2.

Просыпание грунта происходит вдоль стенок сосуда-3 через зазор между кромкой стеклохолста и стенками сосуда, при засыпке сухого измельченного грунта.

2. Общее снижение средней удельной активности во всех трех слоях к 25 циклу испарения составляет 1204 Бк/кг, в т.ч. снижение за счет изменения массы грунта на 61г составило 248 Бк/кг, и за счет испарения радионуклидов цезия-137 с парами воды – 956 Бк/кг (см. расчет, таблица 3.14-7.1).

3. Общее снижение удельной активности к 25 циклу испарения в слое 1 составило 68 Бк/кг, в т.ч. снижение за счет изменения массы на 43г – 12 Бк/кг и за счет испарения радионуклидов цезия-137 с парами воды – 56 Бк/кг (см. расчет, таблица 3.14-7.2).

4. Испарение радионуклидов по циклам из верхнего слоя шло неравномерно, удельная активность то увеличивалась, то уменьшалась.

Таблица 3.14-7 – Испарение радионуклидов из слоя влажного супесчаного грунта 8,0 см с **подогревом поверхности** под электро-калорифером, верхний слой грунта с маленькой удельной активностью.

(Габариты сосуда: h=10см; d<sub>дна</sub>=10,3 см; d<sub>верх</sub>=11,7 см).

Дата определения активности.	№ № испарения и слоя грунта.	Испарение.сут	Поливная вода		Температура испарения, °С	Масса грунта		Активность сухого грунта					
			Тип	Масса г		Сухой. г	Мокрый. г	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Продолжение опыта 14-6, сосуд – 3 с подогревом поверхности, см. испарение 17.													
	Начало	Грунт сл.1 заменен на грунт с малой активностью.											
4.04.07	сл.1					300	-	200	57,65	6935	584,5	2576	-
3.04.07	сл.2					286	-	200	52,95		229,7	11140	-
	сл.3					320	-	200	53,25		2217	10735	-
23.04.07	Испар.18	14	снегов	400	31								
	сл.1		с рыхлен. на 2 сут.			298	302	200	57,15	6935	594	2624	+48
	сл.2		сл.1 на глуб.-0,5 см			280	366	200	51,95		2276	11032	+108
	сл.3					324	415	200	53,15		2242	10865	+126
12.05.07	Испар.19	15	дистил.										
	сл.1		с рыхлен. на 2 сут.			292	301	200	57,55	6935	591	2609	-15
	сл.2		сл.1 на глуб.-0,5 см			274	340	200	54,75		2245	10877	-155
	сл.3					330	413	200	53,65		2161	10457	-404
25.05.07	Испар.20	8	дистил.	400	33								
	сл.1					282	292	200	58,05	6935	592,4	2615	+6
	сл.2					272	300	200	55,15		2105	10179	-696
	сл.3					332	368	200	55,65		2140	10353	-104
5.06.07	Испар.21	7	дистил.	400	38								
	сл.1		с рыхлен. на 3 сут.			278	284	200	58,45	6935	584,5	2576	-47
	сл.2		сл.1 на глуб.-0,5 см			252	274	200	55,35		2073	10022	-157
	сл.3					348	390	200	55,25		2105	10177	-176
22.06.07	Испар.22	13	дистил.	400	35-47								
	сл.1		+10г селитры			272	284	200	58,65	6935	589	2598	+20
	сл.2		с рыхлен. на 3 сут.			252	262	200	55,15		2000	9660	-362
	сл.3		сл.1 на глуб.-0,5 см			346	376	200	55,75		2042	9865	-346
3.07.07	Испар.23	8	дистил.	400	38								
	сл.1		с рыхлен. на 5 сут.			272	280	200	58,75	6935	591,2	2609	+11
	сл.2		сл.1 на глуб.-0,5 см			224	238	200	55,93		1922	9263	-397
	сл.3					382	400	200	55,87		2014	9723	-78
26.07.07	Испар.24	16	дистил.	400	38-22								
	сл.1					266	278	200	58,35	6935	574,7	2527	-82
	сл.2					210	223	200	55,45		1814	8719	-544
	сл.3					374	442	200	58,55		1979	9545	-178
28.08.07	Испар.25	16	настой	400	38								
	сл.1		Коро- вяка+			257	268	20	57,35	6935	570,9	2508	-19
	сл.2		дистил.			228	204	200	55,25		1761	8458	-261
	сл.3		вода 1:4			440	384	200	56,35		1897	9138	-407

Примечание: Между сл.1 сл.2 – стеклохолст, поэтому эти слои не смешивались.

Таблица 3.14-7.1 – Расчет потерь активности слоев 1, 2, 3 к 25 испарительно-му циклу за счет уменьшения массы и за счет испарения при подогреве под электро-калорифером.

Испарительный цикл.	Грунт		Удельная активность.	Актив-ность пробы гр.3 х гр.4	Средняя удельная активность. гр.5/гр.2	Общее изменение активности.	Примечание
	Общая масса.	В т.ч. по слоям.					
	г	г	Бк/кг	Бк	Бк/кг	Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8
Начало							
сл.1	906	300	2576	772,8			
сл.2		286	11140	3186,04			
сл.3		320	10735	3435,20			
Итого		906	-	7394,24	8161	-	
Цикл 25							
сл.1	849	257	2508	644,556			
сл.2		204	2458	1725,432			
сл.3		384	9138	3508,992			
Итого		845	-	5878,980	6957	-1204	8161-6957=1204
Общие потери	61	61	24838	1515,25	24838	-	24838:8161=3,04 раза
Потери за счет массы		61	6957х3,04	1290,106	21149,28	-	
Итого	906	906	-	7169,086	7913	-248	8161-7913=248
Потери за счет испарения.-						-956	1204-248=956

Таблица 3.14-7.2 – Расчет потерь активности в слое 1 к 25 испарительному циклу за счет уменьшения массы грунта и за счет испарения при подогреве под электро-калорифером.

Испари-тельный цикл.	Грунт		Удельная активность.	Актив-ность пробы гр.3 х гр.4	Средняя удельная активность. гр.5/гр.2	Общее изменение активности.	Примечание
	Общая масса.	В т.ч. по слоям.					
	г	г	Бк/кг	Бк	Бк/кг	Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8
Начало							
сл.1	300	300	2576	772,8	2576	-	
Цикл 25	300						
сл.1	257	257	2508	644,556	2508	-68	2576-2508=68
Общие потери	43	43	2982	128,244	2982	-	2982:2576=1,158 раза
Потери за счет массы	43	43	2508х1,158	124,883	2904	-	-
Итого	300	-	-	769,4	2564	-12	2576-2564=12
Потери за счет испарения.-		300	-	-	-	-56	68-12=56

***ОПЫТ 14-10 Испарение радионуклидов цезия-137 из влажного грунта слоем 9,0 см, при поддержке влажности за счет подпорного горизонта воды на уровне подошвы.  
(Испарение при комнатной температуре с поливом и без полива).***

*Исходные данные к опыту 14-10.*

Опыт 14-10 проводился в двух вариантах выполненных в одних и тех же условиях, с одним и тем же грунтом:

Вариант I – испарение при комнатной температуре из слоя грунта, находящегося в подпоре от горизонта воды на уровне подошвы, с одноразовым поливом в начале цикла.

Вариант II – тоже что в варианте I, но без полива, влажность грунта поддерживается только за счет подпорного горизонта воды на уровне подошвы.

Вариант II является продолжением варианта I.

Нумерация испарительных циклов для вариантов I и II общая (циклы 1 ÷ 18).

Радиоактивный грунт отбирался на существующей осушительной системе к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на (см. Часть III.2.1; опыт бп).

Грунт общей массой 1844г представляет собой смесь из разных проб грунта, взятых с глубины от 0 до 55см, с определенной удельной активностью от 2609 Бк/кг до 5113 Бк/кг.

Общую массу грунта перемешали и для опыта отобрали 900г.

Вода для полива грунта использовалась дистиллированная, для поддержания напора использовалась вода и дистиллированная и водопроводная.

В качестве емкости для засыпки и увлажнения грунта использовались сразу три кюветки «Е». В дне каждой кюветки по 43 дренажных отверстия, диаметром 4-5 мм каждое.

Для создания подпорного уровня воды использовалась пластмассовая кюветка -5 емкостью 2 литра.

Схема засыпки грунта в три кюветки «Е», установка кюветок «Е» с грунтом, для создания общего слоя – 9см и для создания и поддержания постоянного подпорного уровня воды, представлена на **рис. 3.14-10**.

*Цель опыта 14-10.*

- Изучить испарение радионуклидов из 9 см слоя грунта, увлажняемого за счет созданного постоянного подпорного уровня воды.

- Изучить перемещение радионуклидов из нижних слоев грунта в верхние по ходу движения воды при увлажнении, за счет создаваемого подпорного уровня воды.

### *Условия выполнения опыта 14-10.*

Подготовка, засыпка грунта в кюветки «Е», увлажнение его и создание условий подпора воды на уровне подошвы слоя грунта, для каждого испарительного цикла, проводились в определенной последовательности, независимо от продолжительности испарительного цикла.

#### 1. Подготовка и засыпка грунта в кюветки «Е».

- Подготовленный грунт массой 900г (высушенный, измельченный, просеянный через сито 1мм) разделен на три равные части и засыпан в три одинаковые кюветки «Е». Общая масса каждой кюветки «Е» с засыпанным грунтом равнялась 300г., независимо от массы пустых кюветок.

- В дне каждой кюветки «Е» просверлены по 44 дренажных отверстия диаметром  $4 \div 5$  мм.

Для предупреждения просыпания грунта через дренажные отверстия, на дно кюветок «Е» укладывается стеклохолст в 1 слой, на поверхность грунта в каждой кюветке «Е» укладывается пластмассовая сетка с ячейками 2x2мм.

Масса пустых кюветок «Е» со слоем стеклохолста и пластмассовой сетки равна для: кюв. «Е» 1– 15,8г; кюв. «Е» 2– 19,0г; кюв. «Е» 3– 17,0г, и кюв. «Е» 4 – 51,9г.

Три кюветки «Е» с грунтом представляют собой три слоя грунта, которые легко отделяются друг от друга и при этом не нарушается структура слоя и потери грунта минимальные. Грунт не извлекается из кюветок в течении всего опыта 14-10.

- Активность каждой сухой пробы грунта, засыпанных в три кюветки «Е», определялась перед началом опыта на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли» дважды: с навеской массой 200г; с навеской массой 300г, равной общей массе грунта с кюветкой «Е».

- Грунт, засыпанный в кюветки «Е», подвергался выравниванию по поверхности и уплотнению методом постукивания дном кюветки о стопку газет по 110 раз, перед определением активности.

#### 2. Увлажнение слоя грунта и создание подпора воды.

- Засыпанный грунт в три кюветки увлажняется прямо в кюветках дистиллированной водой из расчета 265г на кюветку.

- Первоначальная активность влажного грунта, после полной водоотдачи, проверялась на радиометре РУБ-01П6 прямо в кюветках «Е», с навесками кюв. «Е» 1 – 486г; кюв. «Е» 2 – 485г; кюв. «Е» 3 – 484г.

- Кюветки «Е» 1, «Е» 2, «Е» 3, для образования 9см слоя грунта, устанавливаются одна на другую в общую кюветку «Е» 4. Кюветка «Е» 4 - представляет собой цилиндрический сосуд расширяющийся кверху, высотой 10см,  $d_{\text{дна}} = 10,3$  см,  $d_{\text{верха}} = 11,8$  см. Для создания подпорного уровня, вода заливается в кюветку 5, до отметок выше сливных отверстий в кюветке «Е» 4 (**см. рис. 3.14-10).**

- Одновременный полив всего грунта слоем 9 см, из трех слоев (Е-1, Е-2, Е-3), производится один раз: в начале каждого цикла испарения варианта I; в начале периода испарения варианта II, см. цикл 10.

- Полив осуществляется всего слоя 9 см в виде дождя, порциями 200г, по мере впитывания. Поливная норма 500-600г.

- Для поддержания постоянного подпорного уровня в кюветке 5, регулярно подливается водопроводная вода, по мере снижения уровня за счет испарения.

### 3. Создание условий испарения.

- Подготовленный, увлажненный грунт слоем 9 см в кюветке «Е» 4, с открытой поверхностью, размещается в определенном месте, в комнатных условиях на кафельном полу, в покое (без сквозняков и проветриваний) на весь испарительный цикл.

- Ежедневно фиксируется температура в комнатных условиях.

- Продолжительность периода испарения от 7 до 30 суток.

### 4. Определение активности грунта, извлечение кюветок Е-1, Е-2, Е-3 из кюветки «Е» 4 и подготовка грунта к очередному испарительному циклу.

- В настоящем опыте проведено 9-ть испарительных циклов по варианту I (с поливом в начале каждого цикла 1 ÷ 9) и 10-ть испарительных циклов по варианту II (без полива в начале каждого цикла 10 ÷ 19).

- После каждого цикла испарения кюветки Е-1, Е-2, Е-3 извлекаются из кюветки «Е» 4 одна за другой. Кюветки легко разъединяются между собой.

- Извлечение кюветок с грунтом из кюветки «Е» 4 и взвешивание проводится непосредственно перед определением активности грунта.

- Перед взвешиванием дно кюветок промокается сухой салфеткой до тех пор, пока масса каждой кюветки с грунтом остается постоянный.

- Активность каждого слоя влажного грунта определяется по очереди на радиометре РУБ-01П6 прямо в кюветках Е-1, Е-2, Е-3, с навеской равной их общей массе. Кюветка «Е» с влажным грунтом помещается в измерительный контейнер-кюветка «Маринелли» на выступе для блока детектирования.

- После определения активности, кюветки Е-1, Е-2, Е-3 с грунтом возвращаются в кюветку «Е» - 4 в той же последовательности, как на **рис. 3.14-10.**

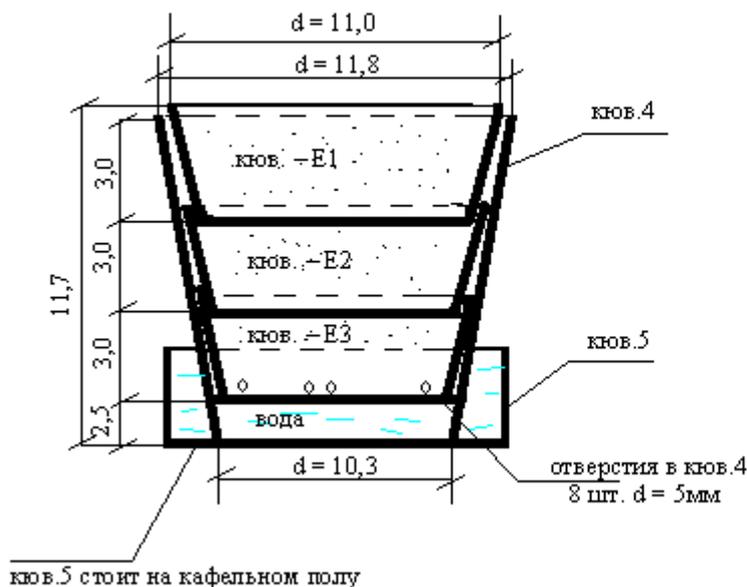
- До начала очередного испарительного цикла подливается вода в кюветку 5, для поддержания подпора воды на нужном уровне, и производится полив общего 9 см слоя сверху – для варианта I и без полива – для варианта II.

Основные условия испарения и изменения активности влажного грунта по слоям (Е-1, Е-2, Е-3), после каждого испарительного цикла и с поливом и без полива, приведены в **таблице 3.14-10.**

### *Выводы к опыту 14-10*

1. Удельная активность снижается во всех 3-х слоях, при испарении с поливом в начале цикла и при постоянном подпоре на уровне подошвы слоя.
2. Удельная активность осталась на одном уровне, при испарении без полива грунта сверху и при постоянном подпоре на уровне подошвы слоя. При постоянном подпорном уровне нет перемещения радионуклидов из нижних слоев грунта в верхние.

3. Для движения радионуклидов необходимо увлажнение грунта с движущейся водой, т.е. подпор должен быть с переменным уровнем.



**Рис. 3.14-10** Схема засыпки и увлажнения девятисантиметрового слоя радиоактивного грунта за счет подпорного горизонта воды на уровне подошвы

Примечания:

- кюветка 4 является каркасом для кюветок – Е с грунтом;
- кюветка – Е3 вошла в кюветку 4 впритык, не доходя до дна 2,5см. Для поддержания постоянного уровня воды в кюветке 4 сделаны 8 отверстий, диаметром 5мм на уровне дна кюветки Е3;
- кюветка 5 с водой позволяет следить за снижением уровня воды;
- кюветки Е1, Е2, Е3 входят одна в другую до соприкосновения дна верхней с поверхностью грунта нижней;
- кюветки Е имеют форму раструба и поэтому они легко входят одна в другую;

Таблица 3.14.-10.- Сводная ведомость испарения радионуклидов из слоя грунта 9 см, находящегося в подпоре от постоянного уровня воды с поливом и без полива.

Дата определения активности.	№ № цикла и кюв. «Е»	Продолжительность испарения. сут	Поливная вода		Температура испарения t°C	Общая масса кюв. «Е» с грунтом		Активность мокрой пробы в кюв. «Е»						Примечание
			Тип.	Масса. г		Сухой. г	Мокрый. г	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Испарение из грунта находящегося в подпоре воды с поливом сверху. Вариант I.														
29.05.07	Начало	-	-	-	-									
	сл.1					300	-	200	48,2	70	810,3	3702	-	
	кюв.1	-	-	-	-	300	-	300	48,2	70	647,3	1924	-	
	кюв.1	-	дистил.	265	-	-	486	486	-	70	606,4	1103	-	
	сл.2	-	-	-	-	300	-	200	50,0	70	772,5	3513	-	
	кюв.2	-	-	-	-	300	-	300	50,0	70	614,2	1839	-	
	кюв.2	-	дистил.	265	-	-	485	485	-	70	573,3	1037	-	
	сл.3	-	-	-	-	300	-	200	50,0	70	797,2	3636	-	
	кюв.3	-	-	-	-	300	-	300	50,0	70	608,7	1796	-	
	кюв.3	-	дистил.	265	-	-	484	484	-	70	577,3	1048	-	
7.06.07	Цикл 1	7	дистил.	200	28-25	-								
	кюв.1					-	403,8	401,3	-	70	615,2	1359		
	кюв.2					-	487	485,0	-		570,3	1032	-5	
	кюв.3						492	484	-		556,1	1004	-44	
16.06.07	Цикл 2	10	дистил.	500	25-27	-								
	кюв.1					-	422	397,3	-	70	630,1	1409		
	кюв.2					-	506	485	-		566,5	1024	-8	
	кюв.3					-	500	476,1	-		571	1052		
23.06.07	Цикл 3	5	дистил.	500	27-25	-								
	кюв.1					-	436,1	431,7	-	70	618,8	1271		
	кюв.2					-	482,8	478,2	-		561,6	1028		
	кюв.3					-	479,9	476,9	-		567,7	1044	-8	

продолжение 3.14-10															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2.07.07	Цикл 4	10	дистил.	200 x 3	20-25	-	Полив каждого слоя отдельно по 200г.								
	кюв.1					-	450,7	446,8		70	602,1	1189			
	кюв.2					-	483,1	479,1	-		563,4	1030	+2		
	кюв.3					-	477,7	472	-		566,7	1052	+8		
9.07.07	Цикл 5	6	дистил.	600	23-25	-									
	кюв.1					-	439,5	439,5	-	70	599,3	1204			
	кюв.2					-	486,3	485	-		555,6	1001	-		
	кюв.3					-	476,3	475	-		555,4	1022	-30		
29.07.07	Цикл 6	20	дистил.	600	25-23	-									
	кюв.1					-	358,7	358,15	-	70	605,1	1497			
	кюв.2					-	486,9	485	-		548,1	985,7	-15,3		
	кюв.3					-	474	475	-		545,1	1000,2	-21,8		
17.08.07	Цикл 7	18	дистил.	600	24-26	-									
	кюв.1					-	379,8	378	-	70	571	1325			
	кюв.2					-	484,8	485	-		518,4	925	-60,7		
	кюв.3					-	471,9	470,8	-		526,9	970			
6.09.07	Цикл 8	20	дистил.	200x3	27-23	-	Полив каждого слоя отдельно по 200г								
	кюв.1					-	478,9	478	-	70	561,8	1029			
	кюв.2					-	485,8	485	-		528,4	945	+20		
	кюв.3					-	484,1	478,9	-		523,1	946			
23.09.07	Цикл 9	18	дистил.	200x3	21-15	-	Полив каждого слоя отдельно по 200г								
	кюв.1					-	383	382,1	-	70	571,3	1312	-13		
	кюв.2					-	489	485	-		521,1	930	-15		
	кюв.3					-	477	475	-		524,1	956	-43,8		
Испарение из грунта находящегося в подпоре воды, без полива сверху. Вариант II.															
24.09.07	Цикл 10	0,5	дистил.	200x3	-		Поливали только в цикле 10								В каждую кюв. по 200г
	кюв.1					-	477	477	-	70	556,8	1021			
	кюв.2					-	493	487	-		520,4	924,8	-5,2		
	кюв.3					-	485,4	484	-		515,9	921,2			
11.10.07	Цикл 11	18	-	-	16-18	-	Грунт не поливали.								
	кюв.1					-	410,9	410,8	-	70	568,2	1213			

продолжение таблицы 3.14-10														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	кюв.2						490,1	489,8	-		525,6	930,2	+5,4	
	кюв.3						477	477	-		523,5	950,7		
10.11.07	Цикл 12	42	-	-	18-19	-								
	кюв.1						302,8	302,8	-	70	611,0	1787		
	кюв.2						489,9	489,7	-		548,1	976,4	+46,2	
	кюв.3						478	472,7	-		510,8	996,1		
3.12.07	Цикл 13	17	-	-	18	-								
	кюв.1						301	300,7	-	70	606,5	1789	+2	
	кюв.2						492	489,7	-		530,1	939,5	-37	
	кюв.3						474,5	472,2	-		536,8	987,5	-8,6	
21.12.07	Цикл 14	17	-	-	17-23	-								
	кюв.1						300,5	300,7	-	70	602,8	1773	-5,9	
	кюв.2						492,5	489,7	-		522	923	-16,5	
	кюв.3						475,8	472,7	-		525,5	963,5	-24,0	
9.01.08	Цикл 15	20	-	-	20-22	-								
	кюв.1						299,8	299,7	-	70	598,2	1761	-12	
	кюв.2						491,1	489,7	-		524,5	929	+6	
	кюв.3						472,2	472,7	-		530,1	973	+9,5	
19.01.08	Цикл 16	10	-	-	20-22	-								
	кюв.1						300,1	300	-	70	594,3	1748	-13	
	кюв.2						490,1	489,7	-		523,3	925,7	-3,3	
	кюв.3						473	472,7	-		526	964,7	-8,3	
21.01.08	Цикл 17	11	-	-	22-20	-								
	кюв.1						300,2	300	-	70	588,4	1728	-20	
	кюв.2						490,7	489,7	-		525,5	930,1	+4,4	
	кюв.3						474,7	472,7	-		530	973,2	+8,5	
3.03.08	Цикл 18	30	-	-	22-21,5	-								
	кюв.1						299,5	299,5	-	70	607	1794	+66	
	кюв.2						489,7	489,2	-		527,6	934	+3,9	
	кюв.3						477	470	-		529,1	977	+4,5	
28.03.08	Цикл 19	Сушка при $t=23^0-24^0$ без подогрева, активность определялась в кюв. «Маринелли».												

продолжение таблицы 3.14-10														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	(конец)	16	-	-	23-24									
	кюв.1					296	299,5							
	кюв.2					296,9	489,2							
	кюв.3					295,8	470							
	Без кюветки													
	сл.1					285	-	200	45,95	70	736,4	3332	-37	
	сл.2					277	-	200	46,99		726,6	3283	-23	
	сл.3					278,8	-	200	47,35		707,7	3189	-447	

**III 3.5 Сублимация (испарения твердых тел) и вынос цезия-137.**  
**ОПЫТЫ: 14-3; 14-4; 14-5; 14-12(1), 14-12(2), 14-12(3),**  
**14-12(4), 14-12(5), 14-12(6), 14-13(5), 17, 17-1, 17-2, 17-3.**

**ОПЫТ 14-3** *Испарение радионуклидов цезия-137 с поверхности влажного торфянистого грунта слоем 3,2 см, с обогревом около электрокалорифера при температуре 24-35<sup>0</sup>С.*

*Исходные данные к опыту 14-3.*

Опыт 14-3 проводился в комнатных условиях с обогревом около электрокалорифера, при температуре 24-35<sup>0</sup>С.

Радиоактивный грунт общей массой 250г – торф с включением мелкого песка  $d \leq 1$ мм, отбирался из верхнего почвенного слоя с глубины 35 см, на бровке канала существующей осушительной системе к-за «Комсомолец», Новозыбковского района.

Вода для увлажнения грунта использовалась дистиллированная, водопроводная и из магистрального канала (МК) существующей осушительной системы и др.

В качестве емкости для засыпки и увлажнения грунта использовалась кюветка «Е», сосуд пластмассовый, прозрачный, без дренажных отверстий, масса пустой кюветки – 14,7г.

Для поддержания повышенной температуры в комнатных условиях, кюветка «Е» с увлажненным грунтом размещалась около электрокалорифера, см. **рис. 3.14-3.**

*Цель опыта 14-3.*

Изучить испарение радионуклидов цезия-137 из торфянистого влажного грунта (в виде брикета) при температуре 24-35<sup>0</sup>С, вместе с парами воды.

*Условия проведения опыта 14-3.*

Подготовка, засыпка в кюветку «Е» и увлажнение грунта, поддержание повышенной температуры воздуха и определение активности грунта проводились в определенной последовательности, для каждого испарительного цикла, независимо от его продолжительности.

1. Подготовка и засыпка грунта в кюветку –«Е».

- Исследуемая проба торфянистого грунта массой 250г (высушенная, измельченная, просеянная через сито 1 мм), засыпалась в кюветку «Е» слоем 3,2 см.

- Перед определением первоначальной активности сухого грунта, поверхность его в кюветке «Е» разравнивалась торцом линейки и для создания равномерной плотности грунт уплотнялся методом постукивания дном

кюветки о пачку газет 110 раз, и фиксировалась общая масса кюветки с грунтом.

- Первоначальная активность сухого грунта определяется на радиометре РУБ-01Пб, прямо в кюветке «Е», которую размещают в измерительном контейнере – кюветка «Маринелли», с навеской 264,7 г (общая масса грунта с кюветкой «Е»).

- Грунт из кюветки «Е» не извлекается на протяжении всего опыта, чтобы исключить потери по массе.

## 2. Увлажнение грунта в кюветке «Е».

- Засыпанный и проверенный на активность сухой грунт, массой 250г, заливался дистиллированной водой, прямо в кюветке «Е», из расчета 225г на каждый испарительный цикл.

- Вода заливалась вся сразу. После полного впитывания воды (без применения механического перемешивания), фиксировалась общая масса влажного грунта с кюветкой и для общей массы 489г определялась первоначальная активность влажного грунта вместе с кюветкой «Е» так же, как для сухого грунта.

- Грунт увлажнялся в кюветке «Е» один раз, в начале каждого испарительного цикла.

## 3. Условия испарения и определение активности высохшего грунта, в виде брикета, в кюветке «Е».

- Увлажненный грунт в кюветке «Е», после впитывания воды, представляет собой брикет влажного грунта.

- Кюветка «Е» с влажным грунтом закрывалась пластмассовой сеткой с ячейками 2x2 мм и размещалась в комнатных условиях, вблизи обогревательного прибора, для создания условий более интенсивного испарения, согласно представленной схеме, **см. рис. 3.14-3**, до полного высушивания грунта.

- Один цикл испарения – это период во времени от замочки до полного высыхания грунта (до первоначальной массы).

- Продолжительность цикла испарения составляла  $6 \div 20$  суток.

- В течении цикла испарения, ежесуточно контролировалась масса брикета с кюветкой «Е» на электронных весах с точностью до 0,01г и температура в комнатных условиях около электрокалорифера.

- В опыте 14-3 проведено всего 14 испарительных циклов.

- Высушенный грунт в виде сухого брикета проверялся на активность вместе с кюветкой «Е» на радиометре РУБ-01Пб, с навеской, равной общей массе сухого брикета и кюветки «Е», для чего кюветка «Е» с сухим брикетом грунта размещалась в «Маринелли» на выступе для блока детектирования.

## 4. Подготовка, замочка грунта в кюветке «Е» для очередного испарительного цикла:

- Сухой брикет грунта, после проверки активности, не извлекается из кюветки «Е» и не рыхлится.

- Сухой брикет грунта опять заливается водой в этой же кюветке «Е», из расчета 225г на один цикл.

- После полного смачивания брикета, при постепенном впитывании воды, влажный грунт в кюветке «Е» накрывают пластмассовой сеткой и устанавливают около обогревательного прибора (см. рис. 3.14-3) для прохождения очередного испарительного цикла.

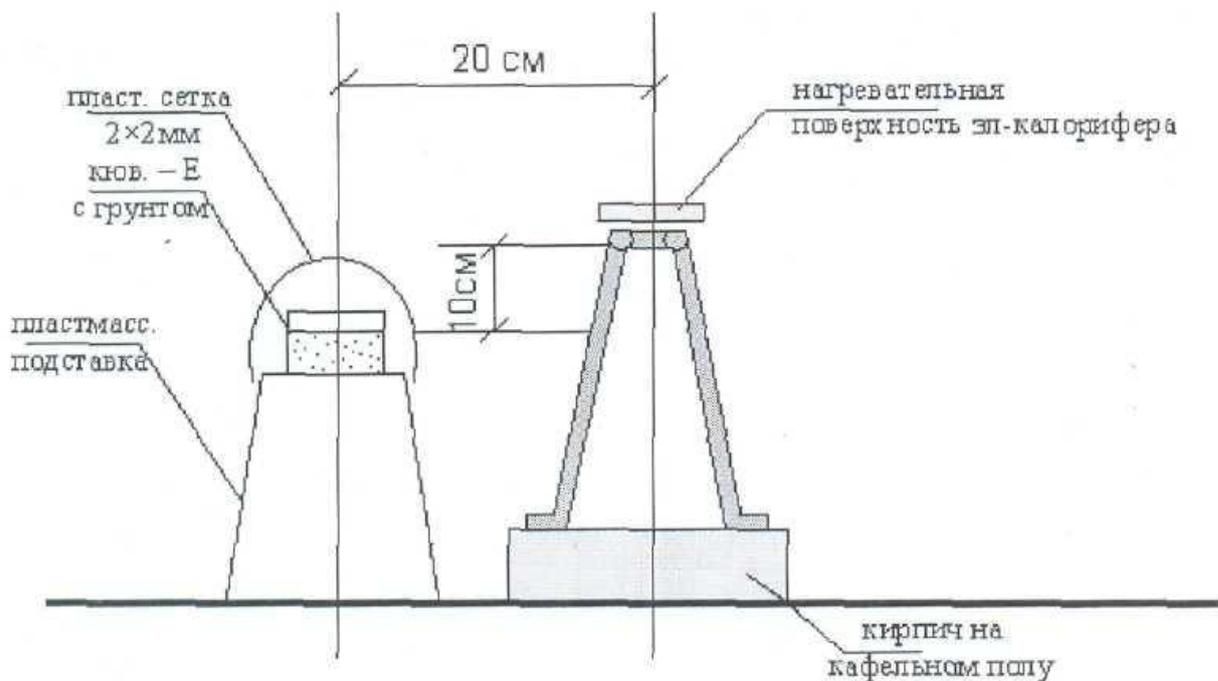
Основные условия испарения и изменение активности сухого грунта (в виде брикета), после каждого периода испарения, при температуре 24-35<sup>0</sup>С, представлены в таблице 3.14-3.

*Выводы к опыту 14-3.*

- В результате непрерывного высушивания увлажненного торфянистого грунта в комнатных условиях с температурой 21-35<sup>0</sup>С, удельная активность сухого брикета уменьшилась на 360 Бк/кг за 14 испарительных циклов, общей продолжительностью 5 месяцев. Удельная активность уменьшилась на 9,5%.

- При периодическом увлажнении и высушивании грунта (как при теплой летней погоде) происходит испарение радионуклидов, даже, с плотной (не разрыхленной) поверхности.

Активность грунта в этом случае снижается в 6-10 раз быстрее, чем за счет естественного распада.



**Рис. 3.14-3.** Схема установки кюветки – Е с грунтом около электрокалорифера

Таблица 3.14-3 – Изменение активности сухого брикета из торфянистого грунта по циклам испарения с обогревом около эл-калорифера.  
(Масса кюв. «Е» = 14,7г.)

Дата определения активности.	№ цикла испарения	Испарение, сут	Вода		Температура, в °С		Активность сухой пробы				
			Тип.	Масса. г	Комнатная	Нагрев	Масса кюв. «Е» с грунтом. г	Фон Бк	Активность Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/к
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28.03.07	Начало	-	-	-	23	23	264,7	70	1101	3895	-
5.04.07	Цикл 1	6	дистил	225	11-16	18-23	264,7	70	1076	3800	-95
17.04.07	Цикл 2	12	дистил	225	21-11	20-29	264,8	70	1088	3840	+40
8.05.07	Цикл 3	15	дистил	225	15-12	18-23	264,8	70	1074	3791	-52
21.05.07	Цикл 4	11	дистил	226	15-22	21-29	261,6	70	1059	3780	-11
29.05.07	Цикл 5	7	дистил	200	23-27	29-34	264,1	70	1052	3718	-62
5.06.07	Цикл 6	6	дистил	200	27-26	35-38	264,8	70	1051	3704	-14
13.06.07	Цикл 7	6	дистил	200	26-25	35	265,9	70	1040	3650	-54
21.06.07	Цикл 8	7	из МК	200	25-27	35-34	264,9	70	1042	3669	+15
			п. Колодезский								
29.06.07	Цикл 9	7	Из Мк	215	25	34	264,6	70	1040	3668	-2
			+5гр. селитры								
9.07.07	Цикл 10	9	водопровод.	215	25-23	34	264,4	70	1018	3608	-60
29.07.07	Цикл 11	20	сточная	200	22-25	21-34	268,79	70	1005	3481	-128
14.08.07	Цикл 12	15	сточная	200	22-25	34	268,7	70	995,5	3444	-37
21.08.07	Цикл 13	7	Дистил. выпаривание на стабилизаторе	130	24	50	268,7	70	997	3450	+13
1.09.07	Цикл 14	10	дистил	200	26-25	34	264,4	70	979,5	3440	-10

**ОПЫТ 14-4 *Испарение радионуклидов цезия-137 с поверхности влажного супесчаного грунта слоем 3,3 см, при комнатной температуре 11-23<sup>0</sup>С.***

*Исходные данные к опыту 14-4.*

Опыт 14-4 проводился в комнатных условиях без дополнительного обогрева, при естественной температуре 11-23<sup>0</sup>С.

Радиоактивный грунт общей массой 450г – супесчаный, серый, с растительными остатками, пылеватый, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского района.

Вода для увлажнения грунта использовалась дистиллированная, дождевая, снеговая, из канала (МК) существующей осушительной системы и др.

В качестве емкости для засыпки и увлажнения грунта использовалась кюветка «Е», сосуд пластмассовый, прозрачный, без дренажных отверстий, масса пустой кюветки – 19г.

*Цель опыта 14-4.*

Изучить испарение радионуклидов цезия-137 из слоя супесчаного влажного грунта (в виде брикета), в комнатных условиях, при температуре 11-23<sup>0</sup>С (ниже температуры плавления цезия, равной 29<sup>0</sup>С) .

*Условия проведения опыта 14-4.*

Подготовка, засыпка в кюветку «Е», увлажнение и определение активности грунта проводились в определенной последовательности для каждого испарительного цикла, независимо от его продолжительности, по методике выполнения опыта 14-3.

- Подготовленный супесчаный сухой грунт, общей массой 450г, проверялся на активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» дважды для сухого грунта: с навеской массой 285г; с навеской массой 469г (масса грунта 450г + масса кюветки «Е» -19г).

- Супесчаный сухой грунт, засыпанный в кюветку «Е» массой 450г с первоначальной удельной активности – 6042 Бк/кг, замачивался дистиллированной водой из расчета 140г, прямо в кюветке «Е», и проверялся на активность во влажном состоянии с навеской – 609г.

- Для ускорения впитывания и равномерного смачивания всего грунта в кюветке «Е» слоем 3,3 см, грунт с водой перемешивали или протыкали, грунт под слоем воды, спицей. После перемешивания, влажный грунт с кюветкой встряхивали легким круговым движением, для выравнивания поверхности грунта.

- Грунт увлажнялся в кюветке «Е» один раз, в начале каждого испарительного цикла.

- Для испарения, кюветка «Е» с влажным грунтом, закрывалась пластмассовой сеткой с ячейками 2х2 мм и размещалась в комнатных условиях на кафельном

полу или на лабораторном столе, на высоте 80см от пола, в зависимости от температурных условий, на весь испарительный цикл.

- Продолжительность цикла испарения составляла  $13 \div 30$  суток.

- В течении каждого цикла испарения, ежедневно, контролируется масса грунта с кюветкой «Е» на электронных весах с точностью до 0,01г и фиксируется температура в комнате.

- В опыте 14-4 проведено 13 испарительных циклов.

- Высохший грунт в кюветке «Е» до общей их первоначальной массы, в виде сухого брикета, проверялся на активность вместе с кюветкой «Е» на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере - кюветка «Маринелли», для чего кюветка «Е», с сухим брикетом грунта, размещалась в «Маринелли» на выступе для блока детектирования.

Подготовка и замочка грунта в кюветке «Е», для очередного испарительного цикла, проводилась так же, как в опыте 14-3.

Основные условия испарения и изменение активности сухого грунта (в виде брикета), после каждого цикла испарения, при температуре  $11-23^{\circ}\text{C}$ , представлены в таблице 3.14-4.

*Выводы к опыту 14-4.*

- В результате непрерывного высушивания влажного супесчаного грунта при комнатной температуре  $11-23^{\circ}\text{C}$ , удельная активность сухого брикета уменьшилась на 981 Бк/кг за 13 испарительных циклов, общей продолжительностью 9-ть месяцев, и снижение составило 16,9%.

Таблица 3.14-4 –Изменение активности сухого брикета из супесчаного грунта по циклам испарения при комнатной температуре.

Дата определения активности.	№ цикла испарения	Продолжительность испарения, сут	Поливная вода		Температура в комнате °С	Активность сухой пробы					
			Тип.	Масса г		Навеска		Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение + - Бк/кг
						Сухой грунт. г	Кюв. + сухой грунт. г				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20.01.07	Начало	В кюв. «Маринелли»			20	285	500	70,4	3414	11309	-
	Начало	В кюв. «Е»		-	20	-	469	-//-	2905	6042	-
	Начало.	-	дистил	140	20	-	609	-//-	2806	4497	-
Воду и грунт не перемешивали, естественное впитывание, грунт на столе.											
6.02.07	Испар.1	16	дистил	140	17,5	-	468,8	70,4	2786	5792	-250
21.02.07	Испар.2	15	дождев	140	17	-	469	-//-	2790	5798	+6
5.03.07	Испар.3	13	дождев	140	17	-	468,8	-//-	2776	5773	-23
Грунт под слоем воды прокалывали штырем для ускорения впитывания.											
19.03.07	Испар.4	13	дождев	180	22-23	-	468,8	70,4	2671	5548	-227
Грунт с водой перемешивали для ускорения впитывания.											
30.03.07	Испар.5	10	дождев	180	23-25	-	469,2	70,4	2622	5443	-105
20.04.07	Испар.6	21	снегов.	180	24-23-15	-	468,9	70,4	2625	5448	+5
Грунт с водой перемешивали, с рыхлением на 18-й день.											
21.05.07	Испар.7	25	дистил	180	11-15-22	-	468,7	70,4	2608	5413	-35
Грунт под слоем воды прокалывали.											
7.06.07	Испар.8	15	дистил	200	24-25	-	470,5	70,4	2543	5256	-157
25.06.07	Испар.9	17	дистил	180	26-27-24	-	468,7	70,4	2526	5238	-18
Грунт под слоем воды прокалывали для впитывания, поставили на кафельный пол.											
18.07.07	Испар.10	10	из МК	180	24	-	468,8	70,4	2403	4976	-262
17.08.07	Испар.11	37	настой коровяка 1:4	180	25	-	468,7	-//-	2297	4752	-224
13.09.07	Испар.12	25	дистил	200	17,5	-	467,8	70,4	2337	4845	+93
16.10.07	Испар.13	30	дистил	180	15	-	466,15	70,4	2313	4811	-34
Сухой измельченный грунт после испарения 13 проверен на активность в кюв. «Маринелли»											
16.10.07	Испар.13	-	-	-	15	285	-	70,4	2737	9358	-1951
Сухой измельченный грунт после испарения 13 хранился в полиэтиленовом мешке с 16.10.07г до 17.11.07г.											
17.11.07	Испар.13	-	-	-	16,5	285	-	70,4	2763	9448	-1861

**ОПЫТ 14-5 *Сублимация - испарение радионуклидов цезия-137 из влажного супесчаного грунта слоем 4,0 см, при температуре – (7÷8)<sup>0</sup>С (вымораживание в холодильнике).***

*Исходные данные к опыту 14-5.*

Опыт 14-5 проводился при постоянной температуре  $-(7\div 8)^{\circ}\text{C}$  в морозильной камере холодильника.

Радиоактивный грунт общей массой 450г – супесчаный, серый, с растительными остатками, пылеватый, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского района.

Для увлажнения грунта использовалась дистиллированная вода.

В качестве емкости для засыпки и увлажнения грунта использовалась кюветка «Е», сосуд пластмассовый, прозрачный, без дренажных отверстий, масса пустой кюветки – 19,9г.

*Цель опыта 14-5.*

Изучить сублимацию (испарение) радионуклидов цезия-137 из влажного супесчаного грунта, затвердевшего при постоянном продолжительном промораживании при температуре  $-(7\div 8)^{\circ}\text{C}$ .

*Условия проведения опыта 14-5.*

Подготовка, засыпка грунта в кюветку «Е», увлажнение и определение активности грунта, проводились в определенной последовательности для каждого испарительного цикла при промораживании, независимо от его продолжительности, по методике выполнения опыта 14-3.

- Подготовленный супесчаный сухой грунт, общей массой – 450г, проверялся на активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» дважды: с навеской массой 285г; с навеской массой 469г (масса грунта 449,1г + масса кюветки «Е» -19,9г).

- Супесчаный сухой грунт, засыпанный в кюветку «Е» массой 449,1г, с первоначальной удельной активностью – 9418 Бк/кг, замачивался дистиллированной водой из расчета 150г, прямо в кюветке «Е», и проверялся на активность во влажном состоянии с навеской – 619г.

- После постепенного и полного впитывания воды, увлажненный грунт в кюветке «Е» общей массой 619г размещался в морозильной камере холодильника, с постоянной минусовой температурой  $-(7\div 8)^{\circ}\text{C}$ , на весь период сублимации-испарения.

- Грунт увлажнялся **только один раз**, в самом начале опыта 14-5.

- Продолжительность периода сублимации при промораживании назначалась произвольно от 42 суток до 153 суток. После каждого периода промораживания грунт в кюветке «Е» становился суше и легче.

- В настоящем опыте проведено 5-ть циклов сублимации при промораживании в холодильнике, общей продолжительностью 15-ть месяцев.

- В конце каждого, назначенного, периода сублимации фиксировалась общая масса кюветки «Е» с грунтом и подсохший в холодильнике грунт, в состоянии замороженного твердого брикета, проверялся на активность вместе с кюветкой «Е» на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере - кюветка «Маринелли».

- Определение активности грунта проводилось в день изъятия его из холодильника, не позже, чем через час, чтобы избежать оттаивания.

Удельная активность подсохшего грунта, в результате вымерзания воды, после каждого цикла сублимации, увеличивалась по сравнению с первоначальной в замоченном состоянии. После третьего цикла удельная активность резко снизилась. На снижение активности повлияла оттепель в течении 5 суток (перебои в подачи электроэнергии) и большая продолжительность цикла сублимации – 153 суток.

Вымораживание воды при температуре  $-(7\div 8)^{\circ}\text{C}$  проходило очень медленно и стремилось к еще большему замедлению, т.к. влажность грунта от цикла к циклу снижалась. За 5 циклов вымораживания (15 месяцев) общая масса грунта уменьшилась на 110г.

После 5-го цикла – вымораживание воды было искусственно прекращено.

Грунт в кюветке «Е» общей массой 509г высушивался, до первоначальной массы, способом естественного испарения с открытой поверхности, в комнатных условиях, без дополнительного подогрева на нагревательных приборах. Естественное испарение, т.е. высушивание грунта, в комнатных условиях при температуре  $21-14,5^{\circ}\text{C}$  длилось целый месяц. Общая масса грунта за это время уменьшилась еще на 40г.

За время вымораживания (15 месяцев) на стенках морозильной камеры образовался лед и снег. Намерзший снег и лед собирался с помощью пластмассового скребка.

Активность льда и снега проверялась, в виде талой воды, на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой-200г.

Основные условия вымораживания воды из влажного радиоактивного грунта, изменение активности грунта по циклам сублимации и активность намерзшего льда и снега (в виде талой воды) на стенках морозильной камеры, приведены в таблице 3.14-5.

#### *Выводы к опыту 14-5.*

- Промораживание влажного супесчаного грунта при постоянной температуре способствует очищению его от радионуклидов цезия-137 в сроки в 4-5 раз короче, чем ожидание естественного распада.

- Наличие цезия-137 в снежной воде, из намерзшего льда и снега на стенках морозильной камеры, и говорит о том, что радионуклиды цезия испаряются (сублимируют) с парами вымерзшей воды из влажного замороженного грунта.

Таблица 3.14-5 – Изменение активности влажного супесчаного грунта при длительном промораживании его в холодильнике при постоянной температуре – (7<sup>0</sup> ÷ 8<sup>0</sup>)С и активность намерзшего льда и снега .

Масса кюв. «Е» = 19,9г.

Дата определения активности.	№ периода сублимации	Масса кюв. «Е» с грунт. г	Заморозка в холодильнике		Активность промороженной пробы грунта							Примечание
			Продолжительность. сут	Температура. °С	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельельная активность Бк/кг		Изменение. + - Бк/кг	
									В кюв. «Е»	В Кюв. «Маринелли»		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20.01.07	Начало	Сухой грунт измельчен, сито 1 мм.										
	в «Маринелли»	500,15	-	-	285	54,78	70,2	3291	-	11301	-	
	в кюв. «Е»	469	-	-	449,1	54,78	70,2	2890	6279	9418	-	
20.01.07	Начало	Грунт замочен в кюв. «Е» + 150г дистил. воды.										
		619	-	-	599,1	-	70,2	2807	4568	6852	-	
Сублимация – испарение в холодильнике.												
Влажный грунт в кюв. «Е», с открытой поверхностью, промораживался в холодильнике -57 сут с 22.01.07г до 20.03.07г												
20.03.07	Период1	582	57	-7÷8	562,1	-	70,2	2669	4623	6935	+83	
Промораживание в холодильнике – 42 сут с 21.03.07г до 12.05.07г.												
12.05.07	Период2	560	42	-7÷8	540,1	-	70,2	2648	4773	7159	+224	
Промораживание в холодильнике – 153 сут. с 12.05.07г до 12.10.07г. Грунт сверху разрыхлился.												
12.10.07	Период3	534	153	-7÷8	514,1	-	70,2	2387	4507	6761	-398	5 сут. оттепель, отключение эл-калорифера.
Промораживание в холодильнике – 107 сут с 12.10.07г до 26.10.08г .												
26.10.07	Период4	518	107	-7÷8	498,1	-	70,2	2368	4613	6920	+159	
Промораживание в холодильнике – 80 сут с 26.01.08г до 16.04.08г.												
16.04.08	Период5	509	80	-7÷8	498,1	-	70,2	2293	4545	6817	-103	
Испарение (сушка) в комнатных условиях, с открытой поверхн. -30сут. с 16.04.08г до 15.05.08г												
15.05.08	Период6	Грунт сухой брикет.										
		469,15	29	+28 <sup>0</sup> ÷15 <sup>0</sup>	449,25		<b>70,2</b>	<b>2323</b>	<b>5015</b>	<b>7522</b>	<b>-1896</b>	
15.05.08	Период7	Грунт сухой, измельчен, сито 1 мм.										
	в кюв. «Е».	469	-	14,5	449,1	51,15	70,2	2258	4867	7300	-2118	
	в кюв. «Маринелли».	500,15	-	14,5	285	51,15	70,2	2690	-	9192	-2109	

продолжение таблицы 3.14-5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Активность намерзшего снега (льда) в холодильнике в течении 481 суток с 20.01.07г до 16.05.08г.												
16.05.08	Период8	Снежная вода из снега и льда с верхней части морозилки, общей массой 200г.										
В «Маринелли»		415,15	-	14,5	200	-	63	64,97	-	9,8		
16.05.08 Период9 Снежная вода из снега и льда с нижней части морозилки, общей массой 280,5г.												
В «Маринелли»		415,15	-	14,5	200	-	63	64,36	-	6,8		

**ОПЫТЫ: 14-12(1) ÷ 14-12(6) Испарение радионуклидов цезия-137 из слоя глубиной 3 см при сушке на электрокалорифере грунтов разного типа:**

- ***влажного грунта (периодическая замочка);***
- ***сухого грунта (повторяющаяся сушка).***

*Исходные данные к опытам 14-12(1) ÷ 14-12(6).*

Проведено шесть опытов по испарению радионуклидов цезия-137 из грунтов разного типа с определенной массой грунта 250÷400г для каждого опыта.

Исследуемые пробы грунта отличаются между собой первоначальной радиоактивностью и мехсоставом.

- Опыт 14-12(1) – (грунт из опыта 14-4), супесчаный, серый с растительными остатками, пылеватый, с первоначальной удельной активностью 9605 Бк/кг, массой 400г.
- Опыт 14-12(2) – (грунт из опыта 14-3), торфянистый с мелким песком, с первоначальной удельной активностью 1476 Бк/кг, массой 248,2г.
- Опыт 14-12(3) – (грунт из опыта 25-2, см. Часть III.3.11), супесчаный, серый с растительными остатками, с первоначальной удельной активностью 7527 Бк/кг, массой 320,2г.
- Опыт 14-12(4) – грунт супесь с бровки песчаного карьера – «4 сосны», с первоначальной удельной активностью 4288 Бк/кг, массой 398,2г.
- Опыт 14-12(5) – (грунт из опыта 25-1, см. Часть III.3.11), средне –суглинистый с добавлением 10% сухого навоза с фермы КРС, с первоначальной удельной активностью 1925 Бк/кг, массой 316г.
- Опыт 14-12(6) – (грунт из опыта 10п, т.41, см. часть III.2.3), средне-суглинистый, с первоначальной удельной активностью 1901 Бк/кг, массой 335,1г.

Вода для увлажнения грунта использовалась только дистиллированная.

В качестве емкости для засыпки, увлажнения и сушки грунта использовалось 6-ть кюветок – «Е». Кюветка «Е» используемая в конкретном опыте имеет свою определенную массу:

Опыт 14-12(1) – 20,05г;

Опыт 14-12(2) – 20,1г;

Опыт 14-12(3) – 16,6г;

Опыт 14-12(4) – 15,8г;

Опыт 14-12(5) – 17,3г;

Опыт 14-12(6) – 14,9г.

Кюветки «Е», несмотря на различие по массе имеют одинаковую поверхность испарения и абсолютно идентичны между собой по габаритам **см. Часть II.2.2.** Все кюветки пластмассовые, цилиндрической формы с диаметром дна 10,3 см и диаметром по верхней кромке кюветки 10,7см, высотой 4,5 см, без дренажных отверстий в дне.

Сушка грунта проводилась на электрокалорифере, прямо в кюветках «Е», с открытой поверхностью.

*Цель опытов 14-12(1) ÷ 14-12(6).*

Изучить влияние сушки, разнородных грунтов с различной радиоактивностью на изменение их активности:

- при повторяющейся сушке одной и той же пробы сухого грунта;
- при сушке одной и той же пробы влажного грунта, при периодическом увлажнении.

*Условия проведения опытов 14-12(1) ÷ 14-12(6).*

Подготовка, засыпка в кюветку «Е», увлажнение, сушка и определение активности грунта проводились в определенной последовательности для каждого цикла испарения и по одной методике для каждой исследуемой пробы грунта, независимо от продолжительности цикла испарения и варианта его исполнения.

1. Все 6-ть опытов по испарению цезия-137 при сушке грунтов проводились по 3-м вариантам.

Вариант I – Измельченный грунт, предварительно замоченный, сушился в кюветке «Е» на электрокалорифере при температуре до 50<sup>0</sup>С. Измерение активности высохшего, вновь измельченного грунта, проводилось на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой 200г (грунт после каждого цикла испарения пересыпался из кюветки «Е» в кюветку «Маринелли»).

Вариант II – Сухой измельченный грунт без предварительной замочки, сушился в кюветке «Е», на электрокалорифере при температуре до 50<sup>0</sup>С. Определение активности сухого грунта после очередной сушки проводилось на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой 200г (грунт, после каждой очередной сушки сухого грунта, пересыпался из кюветки «Е» в кюветку «Маринелли»).

Вариант III – Сушка сухого измельченного грунта в кюветке «Е», осуществлялась по варианту II, а активность грунта, после очередной сушки, определялась на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской равной общей массе кюветки «Е» с сухим грунтом. (Грунт после каждой очередной сушки в кюветке «Е», не пересыпается из нее, при этом отсутствуют потери грунта на распыление).

2. Подготовка и засыпка грунта в кюветку «Е».

- Исследуемая проба радиоактивного грунта для каждого опыта высушивалась, измельчалась, просеивалась через сито с ячейками 1 мм и засыпалась в кюветку «Е».

- Начало варианта I, II, III, в любом из 6-ти опытов, сопровождается определением первоначальной активности сухого измельченного грунта для вариантов I и II, только в кюветке «Маринелли» с навеской массой 200г, для варианта III активность определяется для всей массы исследуемой пробы вместе с кюветкой «Е».

- Поверхность засыпанного грунта в кюветке «Е» и кюветке «Маринелли» выравнивается торцом линейки и для создания равномерной плотности, в кюветках грунт уплотняется методом постукивания дном кюветок о пачку газет по 110 раз и фиксируется общая масса грунта с кюветкой.

- Грунт из кюветки «Е», в варианте III, не извлекается из нее на протяжении всего опыта.

### 3. Увлажнение грунта для варианта I.

- Замочка, увлажнение для каждого типа грунта проводилось прямо в пластмассовой кюветке «Е» дистиллированной водой до ППВ. Количество воды для увлажнения зависит от типа грунта и его массы, см. таблицы 3.14-12(1) ÷ 3.14-12(6).

- Для равномерности и ускорения смачивания, грунт и вода перемешивались лопаточкой в кюветке «Е».

- После перемешивания, кюветка «Е» с мокрым грунтом утрясалась 10-ти кратным постукиванием дном о пачку газет и далее оставалась в покое в течении 2-х часов с открытой поверхностью, для полного впитывания воды, в комнатных условиях.

- Грунт увлажняется в кюветке «Е» один раз, в начале каждого испарительного цикла варианта I.

- Грунт вариантов II и III – не увлажняется, в начале каждого испарительного цикла.

### 4. Сушка (условия испарения) и определение активности высохшего грунта.

- Через 2 часа замочки, кюветка «Е» с влажным грунтом в варианте I размещается на электрокалорифере, с открытой поверхностью, для сушки на 1-2 суток, пока общая масса кюветки с грунтом достигнет первоначальной массы.

- Кюветки «Е» с сухим грунтом для очередной сушки в вариантах II и III тоже размещают на электрокалорифере на 2 суток, сразу после проверки активности на радиометре РУБ-01П6.

- Масса влажного грунта и сухого контролируется на электронных весах с точностью до 0,01г.

- Высохший грунт подвергался охлаждению в комнатных условиях в течении 2-х суток. Кюветки с грунтом для охлаждения упаковывают в полиэтиленовые мешки.

- Высохший грунт во всех 6-ти опытах по варианту II – 21.02.08г подвергался охлаждению на природе при минусовой температуре (см. таблицы 3.14-12(1) – 3.14 ÷ 12(6)).

Кюветки с грунтом для охлаждения на природе упаковывались в плотно закрытый полиэтиленовый мешок.

- Для определения активности грунта после очередной сушки:

для варианта I – грунт вновь измельчается, просеивается через сито 1мм, перемешивается и выделяется навеска массой – 200г;

для варианта II – сухой, измельченный грунт перемешивается в кюветке «Е» и выделяется навеска массой 200г;

для варианта III – сухой, измельченный грунт в кюветке «Е» остается в покое, без нарушения плотности первоначальной засыпки;

Для подготовки исследуемой пробы к проведению очередного цикла испарения, навески массой 200г для вариантов I и II возвращаются в свои кюветки «Е».

Количество проведенных циклов испарения для каждого из 6 опытов следующие:

Опыт 14-12(1) – 18 циклов;

Опыт 14-12(2) – 15 циклов;

Опыт 14-12(3) – 17 циклов;

Опыт 14-12(4) – 16 циклов;

Опыт 14-12(5) – 6 циклов;

Опыт 14-12(6) – 15 циклов.

Основные условия проведения опытов по циклам испарения и результаты радиометрических измерений активности в конце каждого цикла, в разрезе каждого опыта, приведены в таблицах под номером соответствующем номеру опыта:

- **таблица 3.14-12(1) – супесчаный грунт;**
- **таблица 3.14-12 (2) – торфянистый грунт;**
- **таблица 3.14-12(3) – супесчаный грунт;**
- **таблица 3.14-12(4) – супесь с бровки карьера «4 сосны»;**
- **таблица 3.14-12(5) – грунт суглинистый + 10% навоза;**
- **таблица 3.14-12(6) – грунт суглинистый.**

*Вывод к опытам 14-12(1) ÷ 14-12(6).*

- При сушке влажного грунта при температуре больше, чем температура плавления чистого цезия-137, последний испаряется, активность грунта уменьшается.

- При повторной сушке сухого, измельченного грунта активность пробы грунта то возрастает, то уменьшается за счет изменения плотности грунта и способности грунта впитывать влагу из воздуха при остывании.

Таблица 3.14-12(1) – Испарение цезия – 137 из супесчаного грунта слоем 3 см при сушке с предварительной замочкой и без нее на электро-калорифере. (Масса кюв. «Е» = 20,05г).

Дата определения активности.	№ цикла испарения.	Масса кюв. «Е» с сухим грунтом. г	Вода для замочки			Сушка (испарение)			Активность сухой пробы					Примечание
			Тип	Масса г	Продолжительность замочки. час	Тип	Продолжительность. сут	Нагрев. t <sup>0</sup> C	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сушка грунта с предварительной замочкой, активность опред. в кюв.«Маринелли»														
17.11.07	Начало	420	-	-	-	-	-	-	285	55,06	70,4	2763	9448	См. опыт 144
21.11.07	Цикл 1	420	диспил.	200	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	285	55,30	70,4	2781	9512	
									200	55,30	70,4	1991	9605	Начало
3.12.07	Цикл 2	418	диспил.	150	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	55,40	70,4	1976	9527	
												-15	-78	
8.12.07	Цикл 3	414	диспил.	146	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	56,03	70,4	1969	9492	
												-7	-45	
14.12.07	Цикл 4	414	диспил.	130	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	56,03	70,4	1949	9390	
												-20	-102	
19.12.07	Цикл 5	412	диспил.	136	1	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	57,15	70,4	1919	9245	
												-30	-145	
24.12.07	Цикл 6	410	диспил.	130	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	56,61	70,4	1909	9193	
												-10	-52	
3.01.08	Цикл 7	409,2	диспил.	130	2	эл-кал.	3	до 50 <sup>0</sup>	200	57,41	70,4	1886	9079	
												-23	-116	
Сушка сухого, измельченного грунта без замочки, активность опред. в кюв. «Маринелли».														
8.01.08	Цикл 8	407,1	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	58,48	70,4	1885	9072	Начало.
												-1	-7	
12.01.08	Цикл 9	406,2	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	59,46	70,4	1887	9084	
												+2	+12	
18.01.08	Цикл 10	405,2	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	59,27	70,4	1880	9046	
												-7	-38	

продолжение таблицы 3.14-12(1).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
26.01.08	Цикл 11	404,5	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	59,65	70,4	1857	8934	
												-23	-112	
Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е», активность опред. в кюв. «Е»														
5.02.08	Цикл 13	220,05	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	59,75	70,4	1278	6038	Начало
10.02.08	Цикл 14	220,05	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,4	1319	6242	
												+41	+204	
16.02.08	Цикл 15	220	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,4	1329	6295	
												+10	+53	
Сухой измельченный грунт в кюв «Е» вынесли на природу в полиэтиленовом мешке, активность опред. в кюв. «Е».														
21.02.08	Цикл 16	220,05	-	-	-	Мороз- Природа	2	-16 <sup>0</sup> , -2 <sup>0</sup>	200	-	70,4	1328	6282	
												-1	-9	
27.02.08	Цикл 17	220,65	-	-	-	- Природа	4	+2 <sup>0</sup>	200,6	-	70,4	1298	6122	Попала вода, природа.
						+Комн.	2	+20 <sup>0</sup>				-30	-169	В комнате 2 сут, открыта кюв. «Е».
Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е» без пересыпания, активность в кюв. «Е»														
6.03.08	Цикл 18	220,15	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200,1	-	70,4	1299	6139	Начало
												+1	+17	
15.03.08	Цикл 19	220,1	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200,05	-	70,4	1312	6205	
												+27	+66	
21.03.08	Цикл 20	220,05	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,4	1300	6148	
												-12	-57	
24.03.08	Цикл 21	220,15	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200,1	-	70,4	1291	6102	
						+Комн.	2	20 <sup>0</sup>				-9	-46	кюв. «Е» открыта.
29.03.08	Цикл 22	220,05	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,4	1287	6081	
												-4	-21	
4.04.08	Цикл 23	220,05	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,4	1300	6149	
												+13	+68	
10.04.08	Цикл 24	220,0	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,95	-	70,4	1291	6103	
												-9	-46	
Долее грунт использовался в опыте 36.														

Таблица 3.14-12(2) – Испарение цезия – 137 из торфянистого грунта слоем 2,3 см при сушке с предварительной замочкой и без нее на электро-калорифере.  
(Масса кюв. «Е» = 20,1г).

Дата определения активности.	№ цикла испарения.	Масса кюв. «Е» с сухим грунтом. г	Вода для замочки			Сушка (испарение)			Активность сухой пробы					Примечание	
			Тип	Масса г	Продолжительность замочки. час	Тип	Продолжительность. сут	Нагрев. t°C	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Сушка грунта с предварительной замочкой, активность опред. в кюв. «Маринелли»															
21.11.07	Начало	268,3	-	-	-	-	-	-	200	39,95	70	1409	6690	См. опыт 144	
25.11.07	Цикл 1	262	дистил.	180	0,5	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	41,75	70	1476	7032		
												+67	+340		
5.12.07	Цикл 2	260	дистил.	180	3	эл-кал.	3	до 50 <sup>0</sup>	200	42,47	70	1450	6898		
												-26	-134		
13.12.07	Цикл 3	259	дистил.	170	3	эл-кал.	4	до 50 <sup>0</sup>	200	42,10	70	1432	6811		
												-18	-87		
17.12.07	Цикл 4	260	дистил.	160	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	43,80	70	1413	67140		
												-19	-97		
24.12.07	Цикл 5	256	дистил.	164	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	42,60	70	1432	6812	Грунт пересох (-4гр).	
												+19	+98		
3.01.08	Цикл 6	253	дистил.	160	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	42,36	70	1449	6894		
												+17	+82		
Сушка сухого, измельченного грунта без замочки, активность опред. в кюв. «Маринелли».															
8.01.08	Цикл 7	251,7	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	43,41	70	1421	6755	Начало.	
												-27	-138		
12.01.08	Цикл 8	249,3	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	44,03	70	1430	6801		
												+9	+44,8		
26.01.08	Цикл 8	13 суток грунт хранился в полиэтиленовом мешке							нет	200	44,01	70	1412	6710	В комнате 13 сут.
												-9	-46		
4.02.08	Цикл 9	249,2	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	44,75	70	1408	6691		

продолжение таблицы 3.14-12(2).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
												-4	-18	
	Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е», активность опред. в кюв. «Е».													
5.02.08	Цикл 10	220,1	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	44,75	70	958	4440	Начало
11.02.08	Цикл 11	220,1	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70	974,2	4521	
												+16,2	+81	
16.02.08	Цикл 12	219,8	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,7	-	70	974,0	4527	
												-0,2	+6	
	Сухой измельченный грунт в кюв «Е» вынесли на природу, в полиэтиленовом мешке, активность опред. в кюв. «Е».													
21.02.08	Цикл 13	220,1	-	-	-	Мороз-	2	-16 <sup>0</sup> , -2 <sup>0</sup>	200	-	70	973	4519	
						-						-1	-8	
27.02.08	Цикл 14	221,08	-	-	-	Природа	4	+2 <sup>0</sup>	200,98	-	70	982	4533	Попала вода, природа.
						- Природа	2	+20 <sup>0</sup>				+9	+19	В комнате 2 сут открыта кюв. «Е».
	Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е», активность опред. в кюв. «Е» без пересыпания.													
6.03.08	Цикл 15	219,65	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,55	-	70	983	4581	Начало.
												+1,3	+43	
15.03.08	Цикл 16	219,9	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,8	-	70	992	4614	
												+8,7	+33	
21.03.08	Цикл 17	219,8	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,7	-	70	980,2	4558	
												-11,8	-56	
24.03.08	Цикл 18	220,95	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200,85	-	70	981,7	4539	
						+ Комн.	2	22 <sup>0</sup>				+1,5	-19	Открыта кюв. «Е»
29.03.08	Цикл 19	219,7	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,6	-	70	974	4531	
												-7,7	-8	
4.04.08	Цикл 20	219,8	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,7	-	70	971,2	4513	
												+2,8	-18	
10.04.08	Цикл 21	219,95	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,85	-	70	976	4534	
												+4,8	+21	
	Долее этот грунт использовался в опыте 36.													

Таблица 3.14-12(3) – Испарение цезия – 137 из супесчаного грунта слоем 2,5 см при сушке с предварительной замочкой и без нее на электрокалорифере. (Масса кюв. «Е» = 16,6г).

Дата определения активности.	№ цикла испарения.	Масса кюв. «Е» с сухим грунтом. г	Вода для замочки			Сушка (испарение)			Активность сухой пробы					Примечание
			Тип	Масса г	Продолжительность замочки. час	Тип	Продолжительность. сут	Нагрев. t <sup>0</sup> C	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сушка грунта с предварительной замочкой, активность определена в кюв. «Маринелли»														
22.11.07	Начало	336,8	-	-	-	-	-	-	200	57,31	70,2	1567	7484	
28.11.07	Цикл 1	336,8	диспил.	120	3,5	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	57,1	70,2	1576	7527	
												+9	+40	
5.12.07	Цикл 2	334	диспил.	110	3	эл-кал.	4	до 50 <sup>0</sup>	200	58,04	70,2	1545	7374	
												-31	-153	
11.12.07	Цикл 3	334	диспил.	108	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	58,25	70,2	1534	7317	
												-11	-57	
15.12.07	Цикл 4	332	диспил.	108	3	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	57,67	70,2	1514	7219	
												-20	-98	
20.12.07	Цикл 5	330,5	диспил.	100	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	58,71	70,2	1467	6890	Грунт не
												-47	-239	досох (+0,5г)
26.12.07	Цикл 6	380	диспил.	100	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	58,25	70,2	1477	7035	Грунт плохо
												+10	+55	перемешан.
3.01.08	Цикл 7	328	диспил.	100	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	58,79	70,2	1460	69,50	
												-17	-85	
Сушка сухого, измельченного грунта без замочки, активность определена в кюв. «Маринелли».														
8.01.08	Цикл 8	325,7	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	59,65	70,2	1438	6841	Начало
												-22	-109	
12.01.08	Цикл 9	324,8	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	60,42	70,2	1424	6769	
												-14	-72	
18.01.08	Цикл 10	323,7	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	60,10	70,2	1399	6644	
												-25	-127	

продолжение таблицы 3.14-12(3).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
26.01.08	Цикл 11	321,4	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	61,45	70,2	1383	6565	
												-16	-79	
5.02.08	Цикл 12	320,8	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	61,65	70,2	1342	6359	
												-41	-206	
Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е», активность определена в кюв. «Е».														
5.02.08	Начало	216,6	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,2	991	4602	Начало
11.02.08	Цикл 14	216,6	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,2	1011	4706	
												+20	+104	
16.02.08	Цикл 15	216,3	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,8	-	70,2	1016	4737	
												+5	+31	
Сухой измельченный грунт в кюв «Е» вынесли на природу в полиэтиленовом мешке, активность определена в кюв. «Е».														
21.02.08	Цикл 16	216,4	-	-	-	Мороз	2	-16 <sup>0</sup> , -2 <sup>0</sup>	199,8	-	70,2	1027	4790	
						Природа						+11	+53	
27.02.08	Цикл 17	216,8	-	-	-	Природа	4	+2 <sup>0</sup>	200,2	-	70,2	1011	4676	
						Комн.	2	+20 <sup>0</sup>				-16	-114	
Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е», активность определена в кюв. «Е» без пересыпания														
6.03.08	Цикл 18	216,6	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,2	1019	4744	
												+8	+68	
15.03.08	Цикл 19	216,6	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,2	1018,6	4742	
												-0,4	-2	
21.03.08	Цикл 20	216,5	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,9	-	70,2	1021	4755	
												+2,9	+13	
24.03.08	Цикл 21	216,6	-	-	-	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,2	1022,5	4769	
						ком.	2	22 <sup>0</sup>				+1,5	+14	
29.03.08	Цикл 22	216,6	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,2	1002	4658	
												-20,5	-111	
4.04.08	Цикл 23	216,45	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,85	-	70,2	1009	4697	
												+7	+39	
10.04.08	Цикл 24	216,5	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,9	-	70,2	1005	4675	
												-4	-22	

Таблица 3.14-12(4) – Испарение цезия – 137 из 3 см слоя грунта - супесь при сушке с предварительной замочкой и без нее на электро-калорифере. (Масса кюв. «Е» = 15,8г).

Дата определения активности.	№ цикла испарения.	Масса кюв. «Е» с сухим грунтом. г	Вода для замочки			Сушка (испарение)			Активность сухой пробы					Примечание
			Тип	Масса г	Продолжительность замочки. час	Тип	Продолжительность. сут	Нагрев. t <sup>0</sup> С	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сушка грунта с предварительной замочкой, активность опред. в кюв. «Маринелли»														
28.11.07	Начало	414	-	-	-	-	-	-	200	59,78	70,4	928,5	4288	
3.12.07	Цикл 1	412	дистил.	130	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	59,25	70,4	918,1	4238	
												-10,4	-50	
8.12.07	Цикл 2	410	дистил.	120	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	61,74	70,4	908,8	4192	
												-9,3	-46	
14.12.07	Цикл 3	408	дистил.	120	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	61,98	70,4	883	4061	
												-25,8	-131	
19.12.07	Цикл 4	406	дистил.	120	1	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	63,65	70,4	857,9	3938	
												-25,1	-123	
24.12.07	Цикл 5	406	дистил.	120	2	эл-кал.	3	до 50 <sup>0</sup>	200	64,11	70,4	840	3851	
												-17,4	-87	
29.12.07	Цикл 6	405	дистил.	100	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	63,98	70,4	806,3	3680	
												-34,2	-171	
8.01.08	Цикл 7	403	дистил.	100	3	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	63,95	70,4	820,5	3750	
							+Комн.	до 16 <sup>0</sup>				+14,2	+70	
15.01.08	Цикл 8	400,5	дистил.	100	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	67,55	70,4	819,6	3746	
												-0,9	-4	
19.01.08	Цикл 9	397,8	дистил.	100	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	68,95	70,4	802,9	3662	
												-16,7	-84	
Сушка сухого, измельченного грунта без замочки, активность опред. в кюв. «Маринелли».														
19.01.08	Начало	300,8	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	285	68,95	70,4	1109	3644	Начало.
26.01.08	Цикл 10	300	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	285	69,05	70,4	1113	3658	

продолжение таблицы 3.14-12(4).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
												+4	+14	
5.02.08	Цикл 11	299,5	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	285	69,75	70,4	1101	3626	Остывал 4сут
												-12	-32	
Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е», активность опред. в кюв. «Е»														
5.02.08	Начало	308	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	292,2	69,75	70,4	764,2	2374	Начало
10.02.08	Цикл 12	307,9	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	292,2	-	70,4	779,2	2426	
												+15	+52	
16.02.08	Цикл 13	307,7	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	291,9	-	70,4	787	2455	
												+6,8	+29	
Сухой измельченный грунт в кюв «Е» вынесли на природу, в подиэтиленовом мешке активность опред. в кюв. «Е».														
21.02.08	Цикл 14	307,85	-	-	-	Мороз - - Природа	2	-16 <sup>0</sup> , -2 <sup>0</sup>	292,05	-	70,4	784,9	2446	
												-2,1	-9	
27.02.08	Цикл 15	308,05	-	-	-	- Природа + Комн.	4 2	+2 <sup>0</sup> +20 <sup>0</sup>	292,25	-	70,4	786,8	2451	
												+2,1	+5	
Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е» активность опред. в кюв. «Е», без пересыпания.														
6.03.08	Цикл 16	307,85	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	292,05	-	70,4	793,1	2474	
												+6,3	+23	
15.03.08	Цикл 17	307,85	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	292,05	-	70,4	795,1	2481	
												+2	+7	
21.03.08	Цикл 18	307,85	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	292,05	-	70,4	793,2	2475	
												-1,9	-6	
24.03.08	Цикл 19	307,95	-	-	-	эл-кал. + Комн.	1 2	до 50 <sup>0</sup> 22 <sup>0</sup>	292,15	-	70,4	783,6	2442	Кюв. «Е» открыта.
												-9,6	-33	
29.03.08	Цикл 20	307,75	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	291,95	-	70,4	777,2	2421	
												-6,4	-21	
4.04.08	Цикл 21	307,85	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	292,05	-	70,4	780,7	2432	
												+3,5	+11	
10.04.08	Цикл 22	307,85	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	292,05	-	70,4	779,5	2428	
												-1,2	-4	

Таблица 3.14-12(5) – Испарение цезия – 137 из суглинистого грунта + 10 % навоза слоем 3 см при сушке с предварительной замочкой и без нее на электро-калорифере.

(Масса кюв. «Е» = 17,3г).

Дата определения активности.	№ цикла испарения.	Масса кюв. «Е» с сухим грунтом. г	Вода для замочки			Сушка (испарение)			Активность сухой пробы					Примечание
			Тип	Масса г	Продолжительность замочки. час	Тип	Продолжительность. сут	Нагрев. t <sup>0</sup> С	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сушка грунта с предварительной замочкой, активность опред. в кюв. «Маринелли»														
28.11.07	Начало	343	-	-	-	-	-	-	200	53,28	70,4	455,2	1925	
3.12.07	Цикл 1	342	диспил.	110	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	58,17	70,4	451,4	1905	
												-4,0	-20	
8.12.07	Цикл 2	340	диспил.	110	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	56,35	70,4	451,1	1904	
												-0,3	-2	
14.12.07	Цикл 3	338	диспил.	100	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	58,03	70,4	443,6	1866	
												-7,5	-38	
19.12.07	Цикл 4	336	диспил.	100	1	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	58,05	70,4	428,1	1793	
												-14,5	-7,3	
24.12.07	Цикл 5	336	диспил.	100	2	эл-кал.	3	до 50 <sup>0</sup>	200	55,76	70,4	428,3	1783	
												-0,8	-4	
29.12.07	Цикл 6	334	диспил.	100	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	55,50	70,4	427,9	1786	
												-0,4	-3	
Далее грунт используется в опыте 14-13 (5).														

Таблица 3.14-12(6) – Испарение цезия – 137 из суглинистого грунта слоем 2,5 см при сушке с предварительной замочкой и без нее на электро-калорифере.

Дата определения активности.	№ цикла испарения.	Масса кюв. «Е» с сухим грунтом. г	Вода для замочки			Сушка (испарение)			Активность сухой пробы					Примечание
			Тип	Масса г	Продолжительность замочки. час	Тип	Продолжительность. сут	Нагрев. t <sup>0</sup> C	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сушка грунта с предварительной замочкой, активность опред. в кюв. «Маринелли»														
5.12.07	Начало	350	-	-	-	-	-	-	200	47,80	70,4	450,6	1901	Начало
11.12.07	Цикл 1	350	дистил.	150	3	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	53,75	70,4	444,4	1870	
												-6,2	-31	
11.12.07	Цикл 1	350	Калий 40 в пробе.					до 50 <sup>0</sup>	200	53,75	<b>29,20</b>	30,3	5,7	
												-0,3	-2	
17.12.07	Цикл 2	348	дистил.	122	3	эл-кал.	2		200	57,65	70,4	439,7	1847	
												-4,7	-23	
21.12.07	Цикл 3	346	дистил.	122	3	эл-кал.	1	до 50 <sup>0</sup>	200	54,85	70,4	434,4	1820	
												-5,3	-27	
26.12.07	Цикл 4	344	дистил.	122	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	56,01	70,4	427,8	1792	
												-5,7	-28	
8.01.08	Цикл 5	342,1	дистил.	120	2	эл-кал.	3	до 50 <sup>0</sup>	200	55,96	70,4	431,4	1805	Грунт пересох (-0,9гр).
							5	20 <sup>0</sup>				+2,7	+13	
15.01.08	Цикл 6	341	дистил.	120	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	57,55	70,4	420	1748	
												-11	-57	
19.01.08	Цикл 7	335,75	дистил.	100	2	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	57,65	70,4	416,7	1731	
												-3,3	-17	
Сушка сухого, измельченного грунта без замочки, активность опред. в кюв. «Маринелли».														
19.01.08	Начало	299,9	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	285	57,65	70,4	552,3	1693	Начало
26.01.08	Цикл 8	299,2	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	284,3	57,93	70,4	552,6	1692	
												-0,3	-1,0	
4.02.08	Цикл 9	298,1	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	283,25	57,05	70,4	539,3	1655	

продолжение таблицы 3.14.-.12 (6)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
												-13,6	-37	
Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е», активность опред. в кюв. «Е».														
5.02.08	Цикл 10	214,9	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	200	57,05	70,4	286,2	1079	Начало
11.02.08	Цикл 11	214,3	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,4	-	70,4	283,9	1068	
												-2,3	-11	
16.02.08	Цикл 12	214,7	-	-	-	эл-кал.	2	до 50 <sup>0</sup>	199,8	-	70,4	287,4	1086	
												+3,3	+18	
Сухой измельченный грунт в кюв. «Е» вынесли на природу в полиэтиленовом мешке, активность опред. в кюв. «Е».														
21.02.08	Цикл 13	214,85	-	-	-	Мороз.- Природа	2	-16 <sup>0</sup> , -2 <sup>0</sup>	199,95	-	70,4	290,8	1102	Природа.
												+3,4	+16	
27.02.08	Цикл 14	215,1	-	-	-	Природа	4	+2 <sup>0</sup>	200,2	-	70,4	296,3	1128	
						Комн.	2	+20 <sup>0</sup>				+5,5	+26	
Сушка сухого, измельченного грунта в кюв. «Е», активность опред. в кюв. «Е» без пересыпания.														
6.03.08	Цикл 15	215	-	-	-	эл-кал	2	до 50 <sup>0</sup>	200,1	-	70,4	288,4	1082	Начало.
												-4,8	-24	
15.03.08	Цикл 16	214,95	-	-	-	эл-кал	2	до 50 <sup>0</sup>	200,05	-	70,4	289,8	1094	
												+1,4	+5	
21.03.08	Цикл 17	214,9	-	-	-	эл-кал	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,4	288,9	1093	
												-0,9	-1	
24.03.08	Цикл 18	215	-	-	-	эл-кал	1	до 50 <sup>0</sup>	200,1	-	70,4	292,3	1109	
						+комн.	2	22 <sup>0</sup>				+3,4	+16	Кюв. «Е» открыта.
29.03.08	Цикл 19	214,9	-	-	-	эл-кал	2	до 50 <sup>0</sup>	200	-	70,4	287,4	1084	
												-5	-25	
1.04.08	Цикл 20	214,85	-	-	-	эл-кал	2	до 50 <sup>0</sup>	199,85	-	70,4	286,1	1079	
												-1,2	-5	
10.04.08	Цикл 21	214,85	-	-	-	эл-кал	2	до 50 <sup>0</sup>	199,85	-	70,4	286,2	1080	
												+0,1	+1	

***ОПЫТ 14-13(5) Испарение радионуклидов цезия-137 из 2,8 см слоя влажного среднесуглинистого грунта + навоз, при периодическом замораживании и оттаивании (грунт из опыта 14-12(5)).***

*Исходные данные к опыту 14-13(5).*

Настоящий опыт является продолжением опыта 14-12(5).

После 6-ти испарительных циклов, с подогревом на элетрокалорифере и с предварительной замочкой, грунт в кюветке «Е», общей массой 334г, был использован в опыте 14-13(5).

Грунт среднесуглинистый, с добавлением 10% сухого навоза с фермы КРС, с первоначальной средней удельной активностью 1786 Бк/кг .

Вода для увлажнения грунта использовалась только дистиллированная.

В качестве емкости для засыпки, увлажнения, заморозки, оттаивания и сушки грунта использовалась кюветка «Е», та же, что в опыте 14-12(5), масса пустой кюветки «Е» равна 17,3г.

Заморозка грунта проводилась зимой: с отрицательной температурой – на природе в естественных условиях; при положительной температуре – в морозильной камере холодильника типа –«Ока».

Сушка грунта проводилась на электро-калорифере в кюветке «Е», с открытой поверхностью.

Оттаивание грунта осуществлялось в комнатных условиях.

*Цель проведения опыта 14-13(5).*

1. Изучить влияние периодической заморозки и оттаивания грунта на изменение показателей активности в верхнем и нижнем слое исследуемой пробы при общей глубине слоя – 2,8 см.

*Условия проведения опыта 14-13(5).*

Подготовка, засыпка в кюветку «Е», увлажнение грунта, замораживание и оттаивание, сушка и определение активности проводились в определенной последовательности для каждого испарительного цикла, независимо от его продолжительности.

1. Подготовка и засыпка грунта в кюветку «Е».

- Исследуемая проба средне-суглинистого грунта, общей массой 316,7г, высушенная, измельченная, просеянная через сито с ячейками 1 мм засыпалась в кюветку «Е», общая масса грунта и кюветки «Е» в начале опыта 334,0г, см. опыт 14-12 (5).

- Перед началом каждого испарительного цикла (начиная с цикла 2) грунт в кюветку засыпается в виде 2-х слоев. (Слой 1-103г и слой 2-213г). Слои засыпаются поочередно. Поверхность каждого засыпанного слоя выравнивается торцом линейки. Слой 1 засыпался на выравненную поверхность

слоя 2. Засыпанный сухой грунт по слоям, после разравнивания поверхности, не перемешивается и не уплотняется до замочки его водой.

2. Увлажнение, замораживание, оттаивание и сушка грунта в кюветке – «Е»:

- Засыпанный по слоям сухой грунт увлажняется в кюветке «Е» дистиллированной водой, из расчета 100г на один цикл испарения.

- Вода заливается вся сразу, но осторожно, с применением разливной ложечки, чтобы не взмучивать грунт с поверхности. Для равномерного впитывания и смачивания, кюветка «Е» с грунтом размещается на устойчивом столе в помещении, где отсутствуют сквозняки и проветривание, на 2 часа.

- Грунт увлажняется в кюветке «Е» один раз, в начале каждого испарительного цикла.

- Для изучения влияния периода замораживания на изменение активности грунта по глубине слоя **применялось искусственное перераспределение** более тяжелых частиц грунта по вертикали. После полного впитывания воды, кюветку с влажным грунтом перед замораживанием уплотняем методом легкого постукивания дном кюветки о пачку газет – 10 раз.

- Опыт 14-13(5) проводился для двух вариантов засыпки и увлажнения грунта слоем 2,8 см с предварительным уплотнением после замочки грунта методом 10-кратного постукивания о пачку газет (циклы 1, 4, 5) и без уплотнения (циклы 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9), см. **таблицу 3.14-3(5)**.

Всего в настоящем опыте проведено 9 циклов испарения с периодическим замораживанием и оттаиванием.

- Кюветка «Е» с влажным грунтом, с открытой поверхностью, помещалась в условия с отрицательной температурой для замораживания грунта на 2-4 суток и ежесуточно фиксировалась температура.

- Кюветка «Е» с мерзлым грунтом, после непродолжительного замораживания, размещалась в комнатных условиях с открытой поверхностью для оттаивания на 2 суток.

После замораживания и оттаивания фиксируется общая масса и кюветка «Е» с грунтом размещается для сушки на электрокалорифере на 1-2 суток, пока общая масса кюветки и грунта не достигнет их первоначального значения.

3. Извлечение грунта из кюветки «Е» и определение активности сухого измельченного грунта в конце цикла испарения.

- Высушенный грунт подвергался охлаждению в комнатных условиях в течение 2-х суток. Для охлаждения кюветка «Е» с грунтом упаковывалась в полиэтиленовый мешок.

- Общий слой высохшего грунта в кюветке «Е», в виде брикета, извлекался из нее в виде 2-х слоев: слой -1 (верхний) –  $0,8 \div 1,0$  см, слой – 2 (нижний) –  $2,2 \div 2,0$  см.

Разделение брикета на 2 слоя проводилось методом последовательного рыхления его поверхности на глубину 0,2-0,3 мм. Взрыхленный грунт ссыпался в полиэтиленовый мешок.

- Грунт каждого слоя измельчался, просеивался через сито 1 мм.

Из каждого сухого, измельченного слоя грунта выделялась навеска, для определения активности на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли» массой:

для слоя 1–100г;

для слоя 2–200г и в том числе 100г.

Основные условия испарения и изменение активности исследуемой пробы по циклам испарения с периодической заморозкой и оттаиванием приведены в таблице 3.14-3(5).

*Вывод к опыту 14-13(5).*

1. Удельная активность сухого измельченного грунта снизилась по циклам испарения при периодической заморозке и оттаивании:

- Для варианта с предварительным уплотнением I замоченного грунта, за время испарения, отнесенное к сушке на электрокалорифере, в течении – 7 суток (см. циклы 2, 3,4):

слой 1 – 1754-1633=121 Бк/кг; слой 2 – 1644-1604=40 Бк/кг.

Интенсивность испарения за 7 суток:

слой 1 –  $121 : 7 = 17,5$  Бк/кг/сут; слой 2 –  $40 : 7 = 5,7$  Бк/кг/сут;

- Для варианта с предварительным уплотнением II замоченного грунта, за время испарения, отнесенное к сушке на электрокалорифере, в течении – 12 суток (см. циклы 5, 6, 7,8 ,9):

слой 1 – 1596-1330=266 Бк/кг; слой 2 – 1523-1397=125 Бк/кг.

Интенсивность испарения за 12 суток:

слой 1 –  $266 : 12 = 22,2$  Бк/кг/сут; слой 2 –  $126 : 12 = 10,4$  Бк/кг/сут.

Интенсивность испарения радионуклидов в варианте с уплотнением I ниже, чем в варианте с уплотнением II:

слой 1 – на 4,7 Бк/кг/сут; слой 2 – на 4,70 Бк/кг/сут.

2. Общее снижение удельной активности за 9-ть циклов испарения в опыте 14-13(5), за время испарения, отнесенное к сушке на электрокалорифере, в течении 19 суток:

слой 1 – 1786-1330=456 Бк/кг;

слой 2 – 1786-1397=389 Бк/кг.

Интенсивность испарения за 19 суток:

слой 1 –  $456 : 19 = 39,51$  Бк/кг/сут;

слой 2 –  $398 : 19 = 20,47$  Бк/кг/сут.

3. Общее снижение удельной активности за 6-ть циклов испарения, за время испарения, отнесенное к сушке на электрокалорифере, в течении 12 суток в опыте 14-12(5):

$1925-1786=139$  Бк/кг

Интенсивность испарения за 12 суток:

$139 : 12 = 11,58$  Бк/кг/сут.

4. Интенсивность испарения с периодической заморозкой и оттаиванием (опыт 14-13(5)) больше, чем в опыте просто с сушкой влажного грунта на электрокалорифере (опыт 14-12(5)) в 3,4 раза.

$39,51 : 11,58 = 3,39$  раза.

Таблица 3.14-13(5) – Изменение активности в слое 2,8 см средне-суглинистого грунта по циклам испарения при периодическом замораживании и оттаивании.  
(Вес кюв. «Е» = 17,3г).

Дата определения активности	№ № цикла заморозки и слоя грунта	Масса кюв. «Е» с сухим грунтом. г	Замочка дистил. водой		Заморозка			Оттаивание		Сушка на эл.-калорифере		Активность сухой пробы				
			Масса. г	Продолжительность. час	Тип.	Продолжительность. сут	Температура. t <sup>0</sup> С	Продолжительность. сут	Температура t <sub>ком.</sub> С <sup>0</sup>	Продолжительность. сут	Температура. t <sup>0</sup> С	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
29.12.07	Начало.	334	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	57,50	70,5	427,9	1786
Грунт после замочки в кюв. «Е» встряхнули 10 раз постукиванием дном о пачку газет.																
12.12.08	Цикл 1	332	100	2	Природа	2	-13; -17	3	+20	1	До 50°					
	сл.1	103										100	56,28	70,5	249,1	1786
	сл.2	213										200	58,45	70,5	407,6	1685
	в т.ч.	100										100	58,45	70,5	239,6	1685
Грунт засыпали в кюв. «Е» по слоям, не трясли, не перемешивали.																
28.01.08	Цикл 2	328,15	100	3	Природа	6	-(0÷4)	2	+22	2	До 50°					
	сл.1	103										100	56,08	70,5	245,9	1754
	сл.2	209										200	57,35	70,5	403,7	1666
	в т.ч.	100										100	57,35	70,5	234,8	1644
11.02.08	Цикл 3	326	100	3	Природа	7	-12÷+2	2	+2	1	До 50°					
	сл.1	107										100	57,30	70,5	234,5	1640
	сл.2	203										200	58,85	70,5	293,3	1613
	в т.ч.	100										100	58,85	70,5	229,2	1587
26.02.08	Цикл 4	322,15	100	0,5	Природа	8	-4; -15	3	+20	1	До 50°					
	сл.1	107			снег							100	57,45	70,5	233,8	1633
	сл.2	200			3-5 см							198,85	59,05	70,5	388,8	1601
	в т.ч.	100										100	59,05	70,5	230,9	1604
Грунт засыпанный в кюв. «Е» по слоям, замочили и потрясли 10 раз постукиванием дном о пачку газет.																
6.03.08	Цикл 5	319,6	100	2	Холодильник	3	-7; -8	1	+23	2	До 50					
	сл.1	102										100	~	70,5	230,8	1596
	сл.2	201,5										200	~	70,5	378,3	1539
	в т.ч.	100										100	~	70,5	222,5	1522
Грунт засыпанный в кюв. «Е» по слоям, не трясли, не перемешивали.																
18.03.08	Цикл 6	318,25	100	2	Холодильник	4	-7; -8	2	24,5	2	До 50					
	сл.1	100										100	57,15	70,5	225,7	1552

продолжение таблицы 3.14-13(5)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	140	11	12	13	14	15	16	17
	сл.2	200										200	57,75	70,5	367,3	1484
	в т.ч.	100										100	57,75	70,5	220,6	1501
29.03.08	Цикл 7	315,3	100	17	Холо- дильник	2	-7; -8	4	23,5	2	До 50					
	сл.1	101	(на поверхности грунта в одной точке бугор, а под ним пустота).									100	56,25	70,5	213	1425
	сл.2	195,2										200	60,25	70,5	366,6	1481
	в т.ч.	100										100	60,25	70,5	213	1425
11.03.08	Цикл 8	311,9	100	24	Холо- дильник	3	-7; -8	3	24-25	1	До 50					
	сл.1	109										100	56,91	70,5	211,5	1410
	сл.2	184										200	59,35	70,5	366,9	1482
	в т.ч.	100										100	59,35	70,5	214,6	1441
29.03.08	Цикл 9	309,7	100	24	Холо- дильник	4	-7; -8	3	21-17	2	До 50					
	сл.1	112	(в одной точке грунт вынесен на поверхность).									100	57,15	70,5	203,5	1330
	сл.2	181										200	59,93	70,5	361	1453
	в т.ч.	100										100	59,93	70,5	210,2	1397

## **ОПЫТ 17 Влияние сублимации (испарение твердых тел) на изменение радиоактивности супесчаного измельченного грунта слоем 3 см. (Подогрев слоя – снизу).**

*Исходные данные к опыту 17.*

Опыт 17 проводился в комнатных условиях с сухим, измельченным грунтом, с подогревом исследуемого слоя снизу до температуры более, чем температура плавления цезия.

Радиоактивный грунт общей массой 444,6г – супесчаный, серый, с растительными остатками, пылеватый, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского района.

Слой грунта исследуемой пробы не замачивался перед началом опыта 17.

В качестве емкости для засыпки и сушки грунта использовалась кюветка «Е». Сосуд пластмассовый, прозрачный, без дренажных отверстий в дне, масса пустой кюветки «Е»– 19,0г.

Для создания условий сублимации при температуре более чем температура плавления чистого цезия, сухой грунт подогревался снизу слоя на электрокалорифере до температуры 32-40<sup>0</sup>С.

*Цель опыта 17.*

Изучить влияние сублимации (испарение твердых тел) на вынос радионуклидов цезия-137 из 3 см слоя сухого, измельченного супесчаного грунта, при подогреве слоя снизу до температуры 32-40<sup>0</sup>С

*Условия проведения опыта 17.*

Подготовка, засыпка в кюветку «Е», поддержание повышенной температуры грунта и определение активности сухого грунта проводились в определенной последовательности для каждого цикла сублимации, независимо от его продолжительности.

1. Подготовка и засыпка грунта в кюветку «Е».

- Исследуемая проба супесчаного грунта массой 444,6г высушена, измельчена, просеяна через сито – 1мм без остатка и засыпана в кюветку «Е» слоем 3,4 см.

- Перед определением первоначальной активности сухого грунта, поверхность его в кюветке «Е» выравнивалась торцом линейки.

Грунт в кюветке «Е» не подвергался уплотнению (и напрасно, как показывает практика), т.к. пересыпание грунта из кюветки «Е» не предусматривалось, чтобы исключить потери грунта.

- После засыпки исследуемой пробы фиксировалась общая масса кюветки «Е» с грунтом – 463,6г и глубина слоя – 3,4 см.

- Первоначальная активность сухого грунта определялась на радиометре РУБ-01П6 вместе с кюветкой «Е», которую размещали в измерительном

контейнере – кюветка «Маринелли», с навеской 463,6г (общая масса грунта с кюветкой «Е»).

2. Условия сублимации, охлаждение и определение активности сухого, измельченного грунта, после очередной сушки (подогрева) его на электрокалорифере.

- После определения активности подготовленной исследуемой пробы, кюветка «Е» с грунтом размещалась на поверхности обогревательного прибора – электрокалорифера, для создания условий с повышенной температурой на весь цикл сублимации.

- Продолжительность цикла сублимации-5 суток, выбиралась произвольно.

- Слой грунта – 3,4 см подвергается подогреву снизу (с подошвы слоя). Температура поверхности электрокалорифера – 50-65<sup>0</sup>С.

- Ежедневно в течении цикла сублимации контролировалась общая масса грунта с кюветкой «Е», температура в комнатных условиях и температура на поверхности слоя грунта. Температура на поверхности колебалась в пределах 32-38<sup>0</sup>С.

- В опыте 17 проведено 4-е цикла сублимации (с 1 цикла по 4 цикл).

- В конце цикла кюветка «Е» с грунтом упаковывалась в полиэтиленовый мешок, для охлаждения в комнатных условиях в течении 5-10 часов.

- Охлажденный сухой грунт в кюветке «Е» проверялся на активность вместе с кюветкой «Е» на радиометре РУБ-01П6, с навеской, равной общей массе сухого измельченного грунта и кюветки «Е».

- Масса и плотность засыпки грунта в кюветке «Е» - должны оставаться постоянными в каждом очередном цикле сублимации.

- В опыте 17 **плотность засыпки менялась**, и даже глубина слоя уменьшалась до 3 см, т.к. в начале опыта грунт в кюветке «Е» не подвергали уплотнению.

- После проверки активности грунта, кюветка «Е» с грунтом размещалась на электрокалорифере для проведения очередного цикла сублимации.

Основные условия сублимации и изменение активности сухого измельченного грунта, после каждого цикла сушки на электрокалорифере, приведены в **таблице 3.17.**

*Выводы к опыту 17.*

1. В начале опыта не смогли создать постоянную плотность грунта в кюветке «Е» и в результате перемещения кюветки с грунтом в процессе опыта, произошло уплотнение грунта и уменьшился слой засыпки на 0,4 см.

Увеличение плотности (снижения глубины засыпки) ведет к изменению показателей активности радиометра РУБ 01П6 (см. Часть III.1; опыт 8-1) в сторону увеличения.

2. Маленький и неравномерный период охлаждения 5÷10 часов приводит к варьированию показателей активности одной и той пробы.

3.В следующем опыте (см. опыт 17-1) для создания равномерной плотности, грунт в кюветке «Е» замачивался и высушивался (был создан сухой брикет).

Таблица 3.17. - Изменение активности слоя -3 см сухого супесчаного грунта по циклам сублимации с подогревом слоя грунта снизу до 32-40 С.

Дата определе-	№ цикла субли-	Продолжительность,	Слой грунта в кюв. «Е»		Температура, t°С		Активность сухого брикета			
			Общая масса г	Н см	Комн. t <sub>ком</sub>	Нагрев t <sub>гр</sub>	Фон. Бк	Актив- ность навески Бк	Удельная актив- ность Б к/к г	Измене- ние + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Опыт - 17- сухой измельченный грунт, подогрев слоя снизу										
Грунт в кюв. «Е» не уплотняли										
28.11.06	Начало	-	463,6	3,4	18,5	16	70,27	3000	6320	-
5.12.06	Цикл 1	5	463,0	3	20	32-42	69,27	2989	6306	-14
12.12.06	Цикл 2	5	463,2	q	21	42	69,67	2988	6299	-7
Грунт случайно рассыпан, поэтому уплотнялся в кюв. «Е» постукиванием дна 50 раз о пачку газет.										
19.12.06	Цикл 3	5	462,4	3	18	40	70,23	3004	6345	+46
Грунт 1 сут. стоял с открытой поверхностью, без подогрева.										
28.12.06	Цикл 4	5	463,15	3	13,3	36-40		3073	6482	+137
Далее грунт использовался в опыте 17-1.										

**ОПЫТ 17-1 Влияние сублимации (испарение твердых тел) на изменение радиоактивности супесчаного грунта слоем 3 см в виде сухого брикета. (Подогрев поверхности брикета).**

*Исходные данные к опыту 17-1.*

Опыт 17-1 проводился в комнатных условиях с исследуемой пробой супесчаного грунта, в виде сухого брикета, толщиной 3,0 см, с подогревом его поверхности до температуры более, чем температура плавления цезия.

Сухой брикет из супесчаного грунта приготовлен из грунта, который использовался в опыте 17, после проведенного цикла сублимации -5.

В качестве емкости для приготовления брикета и сушки его использовалась кюветка «Е» та же, что применялась в опыте 17.

Для создания условий сублимации при температуре более, чем температура плавления цезия, брикет сухого грунта периодически подогревался с поверхности под электрокалорифером до температуры 32-40<sup>0</sup>С.

Нумерация циклов сублимации в опытах 17 и 17-1 общая.

Схема установки кюветки «Е» с брикетом под электрокалорифером представлена на **рис. 3.17-2 (см. Часть III.3.5, опыт 17-2).**

*Цель опыта 17-1.*

Изучить влияние сублимации (испарение твердых тел) на вынос радионуклидов цезия-137 из сухого брикета толщиной 3см.

*Условия проведения опыта 17-1.*

Приготовление сухого брикета в кюветке «Е», поддержание повышенной температуры и определение активности грунта, в виде сухого брикета, проводилось в определенной последовательности для каждого цикла сублимации, независимо от его продолжительности.

**1. Приготовление сухого брикета в кюветке «Е».**

- Исследуемая проба супесчаного сухого измельченного грунта, засыпанная в кюветку «Е», увлажнялась дистиллированной водой, из расчета 100г воды на весь объем грунта массой 444,15г.

Впитывание воды грунтом проходило очень медленно, более 2-х часов.

- После полного впитывания воды, кюветку с грунтом легко встряхивали, методом постукивания дном о пачку газет – 10 раз, для выравнивания поверхности грунта.

- Замоченный грунт в кюветке «Е», общей массой 563г, подвергался воздушной сушке, в комнатных условиях, в течении 5 суток, при температуре 15-17<sup>0</sup>С.

- После 5-ти суточной воздушной сушки, в кюветке «Е» образовался брикет из супесчаного грунта, общей массой 470,7г.

**2. Условия сублимации, охлаждение и определение активности сухого брикета супесчаного грунта, после очередной сушки (подогрева) его на электрокалорифере.**

- Образовавшийся брикет в кюветке «Е» общей массой 470,7г (еще влажный) поместили под электрокалорифер, для создания условий сублимации (испарении) по схеме представленной на **рис. 3.17-2** (см. Часть III.3.5, опыт 17-2).

- Через 2-е суток грунт в кюветке «Е» высох до первоначальной их массы – 463,15г (масса грунта 444,15г + масса пустой кюветки «Е» 19г).

- Первоначальная активность, образовавшегося сухого брикета в кюветке «Е», определялась на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере – кюветка «Маринелли», с навеской 463,15г (общая масса брикета с кюветкой «Е»).

- Первоначальная активность определялась для исследуемой пробы массой 463,15г, не прошедшей охлаждения, т.е. в **теплом** состоянии.

Для поддержания пробы в теплом состоянии, на время подготовки радиометра РУБ-01П6 к работе, кюветку «Е» с брикетом помещали на включенный, разогретый стабилизатор.

- Первоначальная активность исследуемой пробы в виде сухого брикета, определена, после цикла сублимации -5 (после сушки влажного брикета в течении 5-ти суток в комнатных условиях и 2-х суток под электрокалорифером).

Активность брикета, определяемая после цикла сублимации -5, является начальной для опыта 17-1.

- Всего в опыте 17-1 проведено 8 циклов сублимации (с 5 цикла до 13 цикла).

- Продолжительность циклов 3÷5 суток назначалась произвольно.

- Ежедневно, в течении каждого цикла сублимации, контролировалась общая масса сухого брикета с кюветкой «Е», температура в комнатных условиях и температура на поверхности сухого брикета.

- Брикет сухого грунта не увлажняется в начале каждого цикла, в циклах 5÷13 проводился подогрев брикета в сухом состоянии.

- В конце цикла кюветка «Е», с сухим брикетом, помещалась в полиэтиленовый мешок, для доставки исследуемой пробы к месту расположения радиометра РУБ-01П6 для определения активности.

- Активность, сухого брикета в кюветке «Е», определялась на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской равной общей массе брикета с кюветкой «Е», для двух состояний исследуемой пробы:

в теплом состоянии, сразу, как пробу извлекают из подэлектрокалорифера;

в охлажденном состоянии, через 4-10 часов охлаждения в комнатных условиях, после нагрева под электрокалорифером.

- После проверки активности, кюветка «Е» с сухим брикетом, размещается под электрокалорифером для проведения очередного цикла – сублимации.

Основные условия сублимации и изменение активности сухого брикета в кюветке «Е», после каждого цикла сушки под электрокалорифером при температуре 29-40<sup>0</sup>С, приведены в **таблице 3.17-1**.

*Выводы к опыту 17-1.*

1. Общая удельная активность супесчаного грунта в виде брикета, за 9-ть циклов сублимации при температуре 29-40<sup>0</sup>С снизилась для брикета в теплом состоянии на 201 Бк/кг, для брикета в охлажденном состоянии на 304 Бк/кг.
2. Удельная активность варьирует по циклам сублимации в зависимости от массы исследуемой пробы и от температуры.

Таблица 3.17-1 - Изменение активности сухого брикета слоем – 3 см из песчаного грунта по циклам сублимации, с подогревом поверхности.

Дата определения активности.	№ цикла сублимации	Продолжительность цикла. сут	Брикет в кюв «Е»		Температура, в t <sup>0</sup> С		Активность сухого брикета				Продолжительность охлаждения сут	
			Общая масса г	Высота h, см	t <sub>ком</sub>	Нагрев t <sub>гр</sub>	Фон. Бк	Актив-ность навес-ки Бк	Удель-ная актив-ность. Бк/кг	Изме-нение + - Бк/кг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Начало	Субл.5	5 сут – воздушная сушка, 3 сут – нагрев под эл-калорифером.										
29.12.06	Комнат.	1	563,0	3	15	12,5						
30.12.06	-//-	1		3	15							
31.12.06	-//-	1		3	15							
1.01.06	-//-	1		3	17							
2.01.06	-//-	1	470,7	3	17	-						
3.01.06	Нагрев	1	470,7	3	18	40						
4.01.06	-//-	1		3	18	40						
5.01.06	-//-	1	463,15	3	19	40	71,4	3036	6402	-		
Подогрев поверхности под эл-калорифером, охлаждение в комнатных условиях.												
10.01.07	Субл.6	4	463,2	3	17-18	40	71,0	3823	6374	-28	Охлажд. 5 ч	
15.01.07	Субл.7	4	463,9	3	20	40	69,06	3033	6389	+5	Теплый брикет	
			463,9	3	20	40	69,06	3019	6358	-16	Охлажд. -2 ч	
20.01.07	Субл.8	5	463,9	3	18-21	42	70,2	2972	6257	-101	Теплый брикет	
			463,9				70,2	2978	6269	-89	Охлажд. -2 ч	
27.01.07	Субл.9	5	463,4	3	18-21	42	70,4	2973	6269	+13	Теплый брикет	
			463,9					2967	6245	-24	Охлажд. -4 ч	
3.02.07	Субл.10	5	463,2	3	18-16	37,5-40	69,35	2951	6214	-55	Теплый брикет	
			463,2					2958	6234	-11	Охлажд. -2 ч	
10.02.07	Субл.11	6	463,5	3	16-18,5	34-35	69,35	2934	6178	-36	Теплый брикет	
			463,5					2935	6160	-74	Охлажд. -4 ч	
17.02.07	Субл.12	5	463,3	3	17-18	34-37	69,35	2884	6075	-103	Теплый брикет	
			463,3					2877	6059	-101	Охлажд. -9 час.	
27.02.07	Субл.13	8	463,7	3	18-11	29-34		2945	6201	+126	Теплый брикет	
			463,8					2898	6098	+39	Охлажд. -2 часа	
	Общее снижение удельной активности.										-201	Снижен тепло-го брикета
											-304	Снижен охлажд брикета

**ОПЫТ 17-2 Влияние сублимации (испарение твердых тел) на изменение радиоактивности сухого измельченного супесчаного грунта слоем 3,2 см. (Подогрев слоя грунта с поверхности).**

*Исходные данные к опыту 17-2.*

Опыт 17-2 проводился в комнатных условиях с исследуемой пробой сухого, измельченного, супесчаного грунта, с подогревом его поверхности до температуры более, чем температура плавления цезия.

В опыте 17-2 использовался грунт опыта 17-1, после цикла сублимации 13, общей массой 444,7г, для чего брикет сухого супесчаного грунта, сразу после окончания цикла 13, измельчен, просеян через сито с ячейками 1мм.

Слой грунта, приготовленной исследуемой пробы массой 444,7г, не замачивался перед началом опыта 17-2.

В качестве емкости для засыпки грунта и последующей сушки его использовалась кюветка «Е» таже, что применялась в опытах 17 и 17-1.

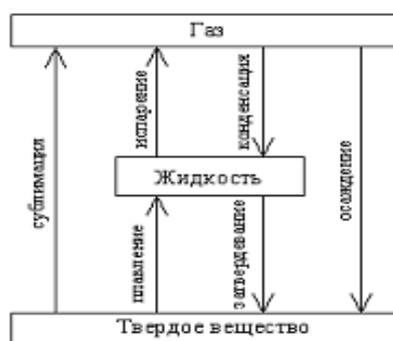
Для создания условий сублимации при температуре более, чем температура плавления цезия, сухой измельченный грунт в кюветке «Е» подогревался с поверхности слоя, под электрокалорифером, до температуры 32-40<sup>0</sup>С.

Нумерация циклов сублимации в опытах 17 и 17-1 и 17-2 общая.

Схема установки кюветки –«Е» с грунтом под электрокалорифер для обогрева исследуемой пробы с поверхности представлена на **рис. 3.17-2**.

Сублимация-это испарение твердых тел. Температура плавления цезия-29<sup>0</sup>. Схематическое изображение перехода вещества из одного состояния в другое дает представление о возможном влиянии испарения твердых тел на изменение радиоактивности почвогрунтов, если последнее рассматривать, как твердое тело, содержащее радионуклиды цезия-137 с такой маленькой температурой плавления (**см. Рис. 3.17-2.1**).

Сублимируя, испаряясь, радионуклиды цезия-137 должны выноситься из почвогрунтов.



**Рис. 3.17-2.1 Схематическое изображение процесса перехода вещества из одного состояния в другое.**

### *Цель опыта 17-2.*

1. Изучить влияние сублимации (испарение твердых тел) на вынос радионуклидов цезия-137 из сухого измельченного, супесчаного грунта слоем 3,2 см, при обогреве слоя с поверхности до температуры 32-40°.

### *Условия проведения опыта 17-2.*

Подготовка, засыпка в кюветку, поддержание повышенной температуры грунта и определение активности сухого измельченного грунта в кюветке «Е», проводились в определенной последовательности для каждого цикла сублимации, независимо от его продолжительности.

#### 1. Подготовка и засыпка грунта в кюветку «Е».

- Брикет сухого супесчаного грунта из опыта 17-1 (цикл 13) измельчался, просеивался через сито 1 мм без остатка и засыпался вновь в кюветку «Е», слоем 3,2см.

- Перед определением первоначальной активности, поверхность засыпанного грунта, выравнивается торцом линейки и уплотняется методом постукивания дном кюветки о пачку газет 110 раз.

- После засыпки исследуемой пробы фиксируется общая масса кюветки «Е» с грунтом – 463,6г и глубина слоя – 3,2 см.

- Первоначальная активность, подготовленного сухого измельченного грунта, определяется на радиометре РУБ-01П6 вместе с кюветкой «Е» в измерительном контейнере – кюветка «Маринелли», с навеской 463,6г (общая масса кюветки «Е» с грунтом).

- Первоначальная активность, определенная для общей массы кюветки с грунтом 463,6г, является началом только для циклов сублимации 14 ÷ 27 в опыте 17-2.

- В конце цикла 27 кюветка «Е» с грунтом общей массой 463,3г была вынесена на природу и размещена под солнцем на шиферной крыше на 13 суток. В течении этого времени грунт трижды увлажнялся, выпавшими осадками в виде кратковременных дождей.

Через 13 суток пребывания на природе, кюветку с влажным грунтом, общей массой 473г, разместили под электрокалорифером по схеме приведенной на рис. 3.17-2.

- Через 2-е суток грунт высох. Для определения активности, высохший грунт в кюветке «Е», общей массой – 459г, измельчался, просеивался через сито 1мм без остатка и вновь засыпался в кюветку «Е» и уплотнялся методом постукивания дном кюветки о пачку газет - 110раз.

Удельная активность грунта после цикла сублимации 28, является началом для циклов сублимации 29÷32.

2. Условия сублимации, охлаждение и определение активности сухого, измельченного грунта после очередной сушки (подогрева) его под электрокалорифером.

- После определения первоначальной активности подготовленной исследуемой пробы, кюветку «Е» с грунтом размещают под электрокалорифером,

для создания условий сублимации с повышенной температурой на весь цикл, по схеме представленной на **рис. 3.17-2**.

- Слой грунта в кюветке «Е», обогрывается с поверхности слоя до температуры 32-40<sup>0</sup>С.

- Продолжительность цикла сублимации 3÷20 суток, выбираются произвольно.

- В опыте 17-2 проведено 19 циклов сублимации (с 14 цикла по 32 цикл).

- Грунт извлекается из кюветки «Е» в течении всего периода сублимации, только один раз, после цикла 28.

- Ежедневно, в течении каждого цикла, контролируется общая масса кюветки с грунтом, температура в комнатных условиях и под электрокалорифером на поверхности слоя грунта.

- Для обеспечения постоянной плотности грунта, в течении всего опыта, проявляется максимальная осторожность в обращении с грунтом в кюветке при перемещении ее в процессе опыта.

- Активность сухого грунта в кюветке «Е», после каждого цикла сублимации, определяется на радиометре РУБ-01Пб в измерительном контейнере-кюветка «Маринелли», с навеской равной общей массе грунта и кюветки – «Е», для двух степеней охлаждения грунта в комнатных условиях:

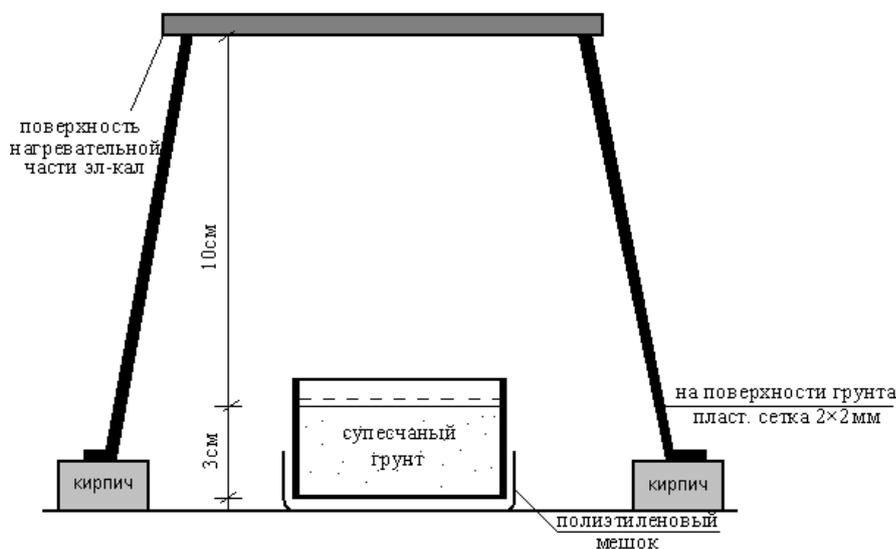
после первого охлаждения в течении 2÷4 часов, сразу после изъятия кюветки с грунтом из-под электрокалорифера;

через 7-10 часов, после первой проверки активности.

Основные условия сублимации и изменение активности сухого измельченного грунта, после каждого цикла сушки под электрокалорифером при температуре 32-40<sup>0</sup>С, приведены в **таблице 3.17-2**.

#### *Выводы к опыту 17-2.*

1. Удельная активность пробы сухого, измельченного, супесчаного грунта в каждом 5-ти суточном цикле сублимации, в охлажденной пробе в течении 3÷4-х часов больше, чем после 7÷10 часов охлаждения.



**Рис. 3.17-2** Схема установки кюветки – Е с грунтом под электро-калорифером

Таблица 3.17-2 – Изменение активности супесчаного (сухого, измельченного) грунта по циклам сублимации, с подогревом поверхности.

Дата определения активности.	№ цикла сублимации	Продолжительность сублимации сут	Слой грунта в кюв. «Е»		Температура, в t <sup>0</sup> C		Активность сухого измельченного грунта				Продолжительность охлаждения час
			Общая масса. г	h. см	t <sub>ком</sub>	t <sub>гр</sub>	Фон Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28.02.07	Начало	Брикет сухого грунта цикла 13 (см. опыт 17-1) измельчен, просеян через сито 1 мм.									
			463,6	3,2	20	-	69,35	2855	6014		
		Подогрев поверхности слоя измельченного грунта под электро-калорифером.									
6.03.07	Субл. 14	5	463,1	3,2	20-22	35	69,35	2875	6057	+43	Теплый грунт
			463,4					2833	5962	-48	Охлажд.-5ч
12.03.07	Субл. 15	4	463,2	3,2	22-23	35	69,35	2794	5883	-134	Охлажд.-10ч
17.03.07	Субл. 16	5	463,3	3,2	23-21	33-35	69,35	2789	5875	-139	Охлажд.-10ч
24.03.07	Субл. 17	4	463,2	3,2	23-25	35	69,35	2761	5813	-201	Охлажд.-24ч
31.03.07	Субл. 18	5	463	3,2	23-25	32-38	69,35	2774	5839	-175	Охлажд.-3 ч.
			463	3,2				2754	5754	-260	Охлажд.-10,5 ч
7.04.07	Субл. 19	5	463	3,2	24-15	32-40	69,35	2794	5886	-128	Охлажд.-3 ч.
			463					2771	5836	-178	Охлажд.-5 ч.
14.04.07	Субл. 20	5	462,8	3,2	12-16	30-32	69,35	2777	5851	-163	Охлажд.-2 ч.
			463,1					2781	5855	-159	Охлажд.-7 ч.
21.04.07	Субл. 21	5	462,6	3,2	13-16	31	69,35	2776	5852	-162	Охлажд.-3 ч.
			462,9					2757	5806	-208	Охлажд.-7 ч.
28.04.07	Субл. 22	5	462,75	3,2	11-16	30-33	69,35	2732	5752	-262	Охлажд.-3 ч.
8.05.07			463					2741	5763	-251	Охлажд.-8 ч.
12.05.07	Субл. 23	3	462,9	3,2	15	31	69,35	2777	5849	-165	Охлажд.-3 ч.
			463,5					2761	5801	-213	Охлажд.-8 ч.
19.05.07	Субл. 24	5	462,9	3,2	16-21	29-30	69,35	2755	5802	-212	Охлажд.-4 ч.
			463,2					2702	5683	-331	Охлажд.-7 ч.
26.05.07	Субл. 25	5	463	3,2	23-28	33-42	69,35	2685	5649	-365	Охлажд.-4 ч.
			463,2					2661	5592	-422	Охлажд.-6ч.
		Грунт сверху рассыпался, ровняли.									
2.06.07	Субл. 26	5	462,8	3,2	27-28	34-38	69,35	2657	5591	-423	Охлажд.-3ч.
			462,95					2628	5526	-488	Охлажд.-8ч.
9.06.07	Субл. 27	5	463,3	3,2	26	35	69,35	2623	5508	-506	Охлажд.48ч
		Кюветка «Е» с грунтом общей массой – 463,3 с открытой поверх. оставалась на природе на шиферной крыше с 13.06.07г – 26.08.07г при температуре 34-15 <sup>0</sup> C, были дожди.									
13.06.07	Природа	-	463,3	3,2	26	38					На природе.
26.06.07	Природа	13	473	3,2	26-27	38-15					Влаборатории.
27.06.07	Эк-кал.		473		25	34					Сушка
28.06.07	Эл-кал.	2	459	3,2	25	34					Сушка
Начало	Грунт измельчен, просеян через сито 1 мм, и засыпан в кюв. «Е».										
29.06.07	Цикл 28	15	457,5	3,2	25	24	69,35	2462	5227	-	Охлажд.-9,5ч.
10.07.07	Цикл 29	9	457,8	3,2	26-23	38	69,35	2468	5240	+13	Охлажд.-3 ч.
			457,9					2465	5227	-	Охлажд.-8 ч.
29.07.07	Цикл 30	19/5	458,15	3,2	24-22	38-22	69,35	2446	5188	-39	Охлажд.-14ч.
13.08.07	Цикл 31	13	457,8	3,2	22-25	38	69,35	2417	5130	-97	Охлажд.-10ч
29.07.07	Цикл 32	10	456,9	3,2	26-27	38	69,35	2408	5119	-108	Охлажд.-8 ч.
Общее снижение удельной активности после пребывания на природе 13 суток (с замочкой дождями) 5508-5227=281 Бк/кг.											

**ОПЫТ 17-3 Влияние сублимации (испарение твердых тел) на изменение радиоактивности супесчаного измельченного грунта в слое 2,5 см: 1. Охлажденная проба; 2. Подогретая проба. (Подогрев слоя грунта снизу).**

*Исходные данные к опыту 17-3.*

Опыт 17-3 проводился в комнатных условиях с сухим измельченным грунтом, с подогревом исследуемого слоя грунта снизу до температуры более, чем температура плавления чистого цезия, при разной продолжительности нагрева и охлаждения.

Радиоактивный грунт общей массой 300г – супесчаный, серый, с растительными остатками, пылеватый, отбирался из верхнего 10 см слоя почвы на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского района.

Слой грунта исследуемой пробы не замачивался перед началом опыта 17-3.

В качестве емкости для засыпки грунта и сушки грунта использовалась пластмассовая кюветка «Е» цилиндрической формы, без дренажных отверстий в дне, масса пустой кюветки «Е» - 16,15г.

Для создания условий сублимации при температуре больше температуры плавления цезия, слой сухого грунта подогревался снизу на нагревательных электроприборах.

*Цель опыта 17-3.*

1. Изучить влияние сублимации на изменение активности одного и того же слоя сухого измельченного грунта при различной степени подогрева, и разной продолжительности нагрева и охлаждения.

*Условия проведения опыта 17-3.*

Подготовка, засыпка грунта в кюветку «Е», поддержание повышенной температуры и определение активности нагретого и охлажденного сухого, измельченного слоя грунта, проводились в определенной последовательности для каждого цикла сублимации, независимо от его продолжительности.

1. Подготовка и засыпка грунта в кюветку «Е».

- Исследуемая проба супесчаного грунта массой – 300г высушена, измельчена, просеяна через сито 1 мм, без остатка, и засыпана в кюветку «Е».

- Перед определением первоначальной активности, поверхность засыпанного грунта, выравнивалась торцом линейки и уплотнялась методом постукивания дном кюветки о пачку газет 110 раз.

- После засыпки исследуемой пробы фиксируется общая масса кюветки «Е» с охлажденным грунтом – 316,15г и глубина слоя – 2,5 см.

- Первоначальная активность подготовленного сухого, измельченного грунта и охлажденного в комнатных условиях, определяется на радиомет-

ре РУБ-01П6 вместе с кюветкой «Е» в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской 316,15г (общая масса кюветки «Е» с грунтом).

- Грунт из кюветки «Е» не пересыпается и не подвергается уплотнению и увлажнению в дальнейшем, после очередного нагрева или охлаждения.

## 2. Условия сублимации, охлаждение и определение активности сухого, измельченного грунта после очередного подогрева и охлаждения.

- После определения активности подготовленной исследуемой пробы, кюветка «Е» с сухим грунтом размещалась на электроприборе, для поддержания повышенной температуры грунта в течении всего цикла сублимации. Обогрев и охлаждение проводились в кюветке «Е» с открытой поверхностью или упакованной в полиэтиленовый мешок.

- В настоящем опыте 17-3 используются два типа обогревательных приборов, в зависимости от условий сублимации и продолжительности обогрева:

1. Электро-стабилизатор, температура на обогревательной поверхности создается в пределах 43-47°C.

2. Электро-калорифер, температура на обогревательной поверхности создается в пределах 60-75°C.

- Продолжительность цикла сублимации назначалась произвольно, но в зависимости от установленного периода обогрева и охлаждения, 4÷15 суток.

- В опыте 17-3 проведено 11-ть различных периодов сублимации по 3÷5 циклов в каждом, в зависимости от типа нагрева и типа охлаждения и в зависимости от продолжительности нагрева и охлаждения.

### Нагрев на стабилизаторе.

Период I. Короткий нагрев -7 часов, продолжительное охлаждение - 3÷6 сут. Нагрев грунта в кюветке «Е» с открытой поверхностью, охлаждение грунта в кюветке «Е», упакованной в полиэтиленовый мешок.

Период II. Короткий нагрев -7 часов, продолжительное охлаждение - 3÷4 сут. Нагрев и охлаждение грунта в кюветке «Е», упакованной в полиэтиленовый мешок.

Период III. Короткий нагрев -7 часов, продолжительное охлаждение - 3÷5 сут. Нагрев и охлаждение грунта в кюветке «Е» с открытой поверхностью.

Период IV. Нагрев (18 часов) в 2,5-3 раза продолжительнее, чем охлаждения (7 часов). Нагрев и охлаждение грунта в кюветке «Е» с открытой поверхностью.

Период V. Нагрев и охлаждение грунта равные по продолжительности 1÷3 сут. Нагрев и охлаждение грунта в кюветке «Е» с открытой поверхностью.

### Нагрев на электрокалорифере.

Период VI. Длительный нагрев 10÷11 сут, охлаждение в 5-ть раз короче нагрева - 2÷3 сут. Нагрев грунта в кюветке «Е» с открытой поверхностью, охлаждение грунта в кюветке «Е», упакованной в полиэтиленовый мешок.

Период VII. После длительного охлаждения – 10-ть суток (см. цикл 29), тоже, что в периоде VI.

Период VIII. Длительный нагрев 4÷5 суток и длительное охлаждение - 5 сут. Нагрев грунта в кюветке «Е» с открытой поверхностью, охлаждение грунта в кюветке «Е», упакованной в полиэтиленовый мешок.

Период IX. Нагрев и охлаждение равны по продолжительности 2 сут. Нагрев грунта в кюветке «Е» с открытой поверхностью, охлаждение грунта в кюветке «Е», упакованной в полиэтиленовый мешок. Определение активности грунта, после каждого периода нагрева, проводилось при температуре на его поверхности  $26 \div 25^{\circ}\text{C}$ .

Период X. Охлаждение грунта в кюветке «Е», упакованной в полиэтиленовый мешок. Каждый цикл состоит только из периодов охлаждения, разной продолжительности, следующих друг за другом без предварительного нагрева.

Период XI. Нагрев грунта в кюветке «Е», с открытой поверхностью на электрокалорифере. Определение активности грунта, после каждого периода нагрева, проводилось при температуре на его поверхности  $25-27^{\circ}\text{C}$ .

- В конце каждого цикла, после каждого периода нагрева и охлаждения, фиксировалась общая масса грунта с кюветкой «Е», температура в комнатных условиях и на поверхности слоя грунта.

- В каждом цикле сублимации проводилась проверка активности грунта в кюветке «Е» дважды:

- для нагретого грунта, сразу, после извлечения его с нагревательного прибора;

- для охлажденного грунта, в конце периода охлаждения.

- Активность сухого, измельченного грунта проверялась на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской равной общей массе кюветки «Е» с грунтом.

Основные условия сублимации и изменение активности по циклам нагрева и охлаждения, приведены в таблицах 3.17-3, 3.17-3.1.

*Анализ результатов изменения удельной активности сухого грунта по периодам сублимации в зависимости от продолжительности и типа нагрева и охлаждения (см. таблицы 3.17-3, 3.17-3.1).*

Начало.

1. Удельная активность охлажденного грунта составляла 5438 Бк/кг.
2. Грунт, после длительного охлаждения в полиэтиленовом мешке, нагревался в течении 7-ми часов на электростабилизаторе, температура на поверхности разогретого стабилизатора составляла  $43^{\circ}\text{C}$ .
3. Для измерения активности кюветку «Е» с подогретым грунтом помещали в радиометр РУБ-01П6 сразу после 7 часового подогрева. Температура грунта не измерялась, чтоб не подвергать грунт охлаждению.

Удельная активность, подогретого грунта в течении 7-ми часов, уменьшилась на 54 Бк/кг.

Период I (циклы  $1 \div 10$ ).

1. В периоде I, в каждом цикле сублимации, так же как в начале, период охлаждения длительный ( $3 \div 5$  суток), период подогрева короткий - 7 часов.
2. В среднем за 10-ть циклов нагрева пробы при открытой поверхности и охлаждении в полиэтиленовом мешке удельная активность и нагретого и

охлажденного грунта увеличилась одинаково на 50 Бк/кг по отношению к их первоначальному значению.

3. Средняя удельная активность нагретой пробы грунта меньше охлажденной на 72 Бк/кг.

4. По всей видимости при нагреве, воздух расширяет поры, грунт разуплотняется и активность пробы уменьшается, а при охлаждении грунта происходит уплотнение грунта и активность пробы увеличивается (см. Часть III.1, опыт 8-1).

Период II (циклы 11÷15), период III (циклы 16÷19).

1. В периодах II и III, в каждом цикле сублимации, так же как в начале, период охлаждения длительный (3÷6 суток), период подогрева короткий -7 часов.

2. При нагреве и охлаждении грунта, одинаково упакованных в полиэтиленовые мешки (период II), и с открытой поверхностью в обоих случаях (период III), произошло снижение удельной активности и нагретого и охлажденного грунта по сравнению с периодом I, но активность осталась выше первоначального их значения.

3. Средняя удельная активность подогретого грунта в течении 7 часов меньше, чем охлажденного на 46 Бк/кг (период II) и на 43 Бк/кг (период III).

Период IV (циклы 20÷21).

1. В периоде IV увеличен период нагрева с 7 до 18 часов и охлаждение после нагрева очень короткое -7 часов. (Нагрев и охлаждение с открытой поверхностью).

2. При коротком охлаждении и нагреве превышающем охлаждение в 2,5÷3 раза произошло резкое увеличение удельной активности нагретого грунта.

Средняя удельная активность нагретого грунта по сравнению с охлажденным в периоде IV увеличилась на 73 Бк/кг.

3. В предыдущих периодах (I, II, III) средняя удельная активность нагретого грунта была меньше, чем охлажденного на (72, 46, 43) Бк/кг.

4. Если продолжительность нагрева больше, чем продолжительность остывания, то удельная активность нагретой пробы больше, чем охлажденной.

Период V (циклы 22÷25).

1. В периоде V нагрев и охлаждение, равны между собой по продолжительности (1÷3 сут), с открытой поверхностью грунта в обоих случаях.

2. При одинаковой продолжительности нагрева и охлаждения с открытой поверхностью грунта, средняя удельная активность охлажденной пробы остается на уровне предыдущего периода (IV), а активность нагретого уменьшилась на 46 Бк/кг по сравнению с периодом IV.

3. Средняя удельная активность для нагретой и охлажденной пробы остается еще повышенной по отношению к их первоначальным значениям (для охлажденной пробы на 7 Бк/кг, для нагретой на 23 Бк/кг).

4. Средняя удельная активность нагретой пробы, при равной продолжительности нагрева и охлаждения с открытой поверхностью в периоде V, осталась выше охлажденной, так же как в периоде IV (на 32 Бк/кг).

Период VI (циклы 26÷28).

1. В периоде VI длительный период нагрева (10÷11 суток) с открытой поверхностью, а период охлаждения в 3-4 раза меньше (2÷3 суток). Охлаждался грунт упакованным в полиэтиленовый мешок.
2. Средняя удельная активность нагретой и охлажденной пробы после длительного нагрева возросла по отношению к предыдущему периоду V (для охлажденной пробы на 133 Бк/кг, для нагретой на 56 Бк/кг) и по отношению к первоначальному значению (для охлажденной пробы на 140 Бк/кг, для нагретой на 149 Бк/кг).
3. Средняя удельная активность нагретой пробы, при открытой поверхности, осталась меньше, чем для охлажденной пробы в полиэтиленовом мешке на 45 Бк/кг.
4. При продолжительном нагреве и коротком остывании, уплотнение и разуплотнение пробы грунта, за счет разогрева и охлаждения воздуха в порах, не успевают достигнуть первоначального положения, что влияет на показания удельной активности при измерении на радиометре РУБ-01П6 (см. Часть III.1, опыт 8-1).

Период VII (циклы 29÷31).

1. Условия нагрева и охлаждения пробы в периоде VII подобны условиям в предыдущем периоде VI.
2. Дополнительное длительное охлаждение – 10 суток в цикле 29 повлияло на значительное снижение удельной активности охлажденной пробы грунта по отношению к нагретой в циклах 30 и 31.

Период VIII (циклы 33÷37), период IX (циклы 38÷45).

1. В периоде VIII длительный период нагрева и охлаждения равны между собой (4÷5 суток). В периоде IX периоды нагрева и охлаждения более короткие – 2 сут. Условия нагрева и охлаждения в периодах VIII и IX подобны условиям в периоде VI.
2. При равномерном снижении продолжительности нагрева и охлаждения средняя удельная активность нагретой и охлажденной пробы уменьшаются по сравнению с предыдущим периодом VII и становятся равными между собой.

Средняя удельная активность в периоде VIII для охлажденной пробы – 5573 Бк/кг, для нагретой – 5580 Бк/кг; в периоде IX для охлажденной пробы – 5477 Бк/кг, для нагретой – 5476 Бк/кг. В периоде IX в последних циклах (43 ÷ 45) значение удельной активности для охлажденной пробы стали на уровне первоначальной (5444-5450) Бк/кг.

После дополнительного охлаждения пробы грунта в течении 6 суток, удельная активность охлажденной пробы стала 5418 Бк/кг, что на 20 Бк/кг ниже ее первоначальной удельной активности.

3. В IX периоде измерение удельной активности нагретой пробы проводилось после непродолжительного охлаждения грунта до температуры 25

÷26°C. Удельная активность нагретой пробы, даже при коротком охлаждении (в течении 1 часа) до одинаковой температуры на поверхности грунта, сильно отличаются друг от друга по циклам.

4. Определение удельной активности пробы грунта, которая прошла определенный период нагрева, необходимо проводить после охлаждения, равного по продолжительности периоду нагрева.

Период X (циклы 46÷49).

Длительный период охлаждения – 35 суток без подогрева. Охлаждался грунт упакованный в полиэтиленовый мешок.

Активность охлажденной пробы проверялась через разные промежутки времени 2÷22 суток. Первая проверка активности пробы грунта проводилась после 6-ти суточного охлаждения. Удельная активность пробы уменьшилась на 51 Бк/кг по сравнению с предыдущим периодом IX и стала 5416 Бк/кг, что на 22 Бк/кг меньше ее первоначального значения.

Средняя удельная активность пробы при непрерывном охлаждении в течении 35 суток (840 часов) осталась равной 5426 Бк/кг, что меньше первоначальной – 5438 Бк/кг.

Следовательно, удельная активность пробы за 9 месяцев (285 суток) периодического подогрева и охлаждения уменьшилась только на 12 Бк/кг.

Естественный распад за это время мог бы составить:

$$C_t = C_0 \exp \frac{-0,693t}{T_{1/2}}$$

$$C_0 = 5438 \text{ Бк/кг}$$

$$t = 285 \text{ сут} = 0,781 \text{ год}$$

$$T_{1/2} = 30 \text{ лет}$$

$$C_t = 5438 \exp \frac{-0,693 \cdot 0,781}{30} = 5438 \exp(-0,01804) = 5438 \cdot 0,982 = 5341 \text{ Бк/кг}$$

За счет полураспада удельная активность снизилась за 285 сут на 97,2 Бк/кг.

Период XI (циклы 50÷53).

Длительный период нагрева с открытой поверхностью на электрокалорифере при температуре – 60° без периодического охлаждения.

Активность нагреваемой пробы, после длительного охлаждения определялась через 6 сут (144 часа) ее нагрева.

Удельная активность пробы увеличилась на 95 Бк/кг по сравнению с предыдущим периодом X – охлаждения.

Средняя удельная активность пробы при непрерывном подогреве в течении 31 суток (744 часа) увеличилась и стала равной 5542 Бк/кг, что больше на 145 Бк/кг в охлажденной пробе периода X.

Следовательно, при более продолжительном подогреве пробы, ее активность может увеличиваться.

*Выводы к опыту 17-3.*

1. Удельная активность сухого, измельченного грунта, после подогрева

даже в течении нескольких часов снижается по сравнению с активностью охлажденного грунта (см. таблицы 3.17-3 и 3.17-3.1, период I; нагрев с открытой поверхностью, охлаждение в пластмассовом мешке).

2. При дальнейших периодических коротких нагревах и длительных охлаждениях одной и той же пробы сухого грунта происходит увеличение его удельной активности и в охлажденном и нагретом состоянии по сравнению с первоначальными их значениями. Показатели удельной активности нагретого грунта остаются меньше охлажденного (см. таблицы 3.17.3 и 3.17-3.1, период I).

3. Если продолжительность нагрева пробы превышает продолжительность охлаждения ее в  $2,5 \div 3$  раза, то показатели удельной активности нагретой пробы увеличиваются по сравнению с охлажденной пробой (см. таблицы 3.17.3 и 3.17-3.1, период IV), нагрев и охлаждение с открытой поверхностью.

4. Если нагрев и охлаждение пробы равны по продолжительности, то показатели удельной активности охлажденной пробы устанавливаются стабильными после каждого цикла «нагрев-охлаждение», а для нагретой пробы то увеличиваются, то уменьшаются в зависимости от продолжительности нагрева (см. период – IX).

5. При очень длительном нагреве грунта и охлаждении в 5 раз короче нагрева происходит резкое увеличение показателей удельной активности и нагретого и охлажденного грунта по сравнению с предыдущим периодом нагрева-охлаждения – V. Средний показатель удельной активности охлажденного грунта становится больше, чем нагретого (см. таблицы 3.17-3 и 3.17-3.1, период VI).

6. Длительный нагрев пробы значительно влияет на увеличение показателей удельной активности и нагретой и охлажденной пробы, т.к. разогретый воздух в порах способствует разуплотнению пробы грунта, что влияет на показатели удельной активности. При уплотнении пробы показатели активности растут, при разуплотнении уменьшаются (см. опыт 8-1).

7. Для получения стабильных показателей по активности сухой измельченной пробы охлажденного грунта ее следует не подвергать длительному нагреву (не более 2 суток) и период охлаждения должен быть равным периоду нагрева. При более длительном охлаждении, проба грунта увеличивается по массе за счет влажности воздуха.

8. На изменение показателей удельной активности одной и той же сухой сыпучей пробы при периодическом нагреве и охлаждении оказывают влияние следующие факторы:

- периодичность нагрева и охлаждения;
- продолжительность нагрева и охлаждения;
- способ нагрева и охлаждения с открытой или с закрытой поверхностью;
- температурные условия.

### **Охлаждение пробы.**

1. При охлаждении грунт впитывает влагу из воздуха окружающей среды, что влечет за собой увеличение массы пробы.

- Впитавшаяся влага уменьшает радиационное излучение, экранирует активность самой пробы. Чем больше впитывает проба влаги, тем меньше активность пробы.

Например, см. период II, таблица 3.17-3.

В циклах 11 и 12 масса охлажденной пробы 316,1 ÷ 316,2 г - активность пробы составила 1723-1722 Бк.

В циклах 13 и 15 масса охлажденной пробы 316,65 ÷ 316,5г - активность пробы составила 1706 Бк.

- Общее увеличение массы способствует снижению удельной активности пробы, в результате арифметических действий при ее определении, как показывает настоящий опыт до 60 Бк/кг.

Например, см. период II, таблица 3.17-3.

В циклах 11 и 12 при меньшей массе охлажденной пробы (316,1 ÷ 316,2г) – удельная активность (5510 ÷ 5505 Бк/кг). В циклах 13 и 15 при увеличенной массе охлажденной пробы (316,65 ÷ 316,5г) удельная активность (5445 ÷ 5442 Бк/кг).

2. Впитывая влагу, почва (агрегаты почвы) набухает и находясь в ограниченном пространстве (в измерительном контейнере) уплотняется.

- Повышение плотности способствует повышению активности, (см. Часть III.1, опыт 8-1).

- Увеличение глубины пробы при набухании, за счет выдвигания почвы вверх (в сторону неограниченного пространства), способствует снижению показателей активности пробы (см. Часть III.1, опыт 8-1).

3. При охлаждении теплой пробы воздух в порах сжимается и почва оседает, уплотняется под действием собственной силы тяжести, что способствует увеличению показателей активности.

### **Нагревание пробы.**

1. При нагреве грунта влага испаряется, что влечет за собой снижение массы пробы.

Испарившаяся влага, как бы снимает экранизацию радиационного излучения, что способствует повышению активности самой пробы. Чем суше проба, тем больше активность пробы.

Например, см. период II, таблица 3.17.3. В циклах 11 и 12 масса нагретой пробы 316,0г – активность пробы большая 1711 ÷ 1702 Бк/кг. В циклах 13 ÷ 14 масса нагретой пробы (менее высушена) – 316,05г активность проб уменьшилась до 1693 ÷ 1682 Бк/кг.

- Снижение массы пробы способствует увеличению удельной активности, в результате арифметических действий при ее определении, как показывает настоящий опыт до 64 Бк/кг.

2. Высыхая при нагревании, почва усыхает, сжимается, почвенные агрегаты становятся меньше. Весь объем пробы в ограниченном пространстве (в измерительном контейнере) становится меньше и стремится уплотниться.

Повышение плотности, за счет снижения глубины пробы в измерительном контейнере, способствует увеличению показателей активности (см. Часть III.1, опыт 8-1).

3. При нагревании охлажденной пробы воздух в порах увеличивается в объеме, чем способствует расширению пор и приподнимает частицы грунта в замкнутом пространстве. Проба разуплотняется за счет увеличения своей глубины, что способствует уменьшению ее активности.

Таблица 3.17-3 – Изменение удельной активности сухого супесчаного, грунта слоем 2,5 см при периодическом подогреве и остывании.

Дата определения активности.	№ цикла	Масса кюв. «Е» с грун-т. г.	Температура в t°С		Продолжительность. цикла. час	Активность сухого грунта в кюв «Е», фон – 70Бк			
			t <sub>ком</sub>	T <sub>нагр</sub>		Навеска. г	Активность навески. Бк	Удельная актив-ность. Бк/кг	
								Охлажд.	Нагрев
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Период I</b>									
Нагрев на стабилизаторе с открытой поверхностью,.									
Охлаждение в комнатных условиях, в полиэтиленовом мешке.									
6.03.08	Начало	(1-е охлаждение, 2-е – нагрев).							
	охлажд.	316,15	18	-	-	300	1702	5438	-
	нагрев.	315,9	18	43	7	299,75	1684	-	5384
							-18	-	-
11.03.08	Цикл 1								
	охлажд.	316,10	19	-	108	299,95	1720	5502	-
	нагрев.	315,8	19	43	7	299,65	1682	-	5391
							-38	+64	+7
17.03.08	Цикл 2								
	охлажд.	316,15	20	-	132	300	1735	5548	-
	нагрев.	315,85	20	43	7	299,7	1708	-	5465
							-27	+46	+74
24.03.08	Цикл 3								
	охлажд.	316,15	18	-	132	299,95	1718	5496	-
	нагрев.	315,85	18	43	7	299,75	1693	-	5431
							-25	-52	-34
28.03.08	Цикл 4								
	охлажд.	316,15	19	-	84	300	1728	5526	-
	нагрев.	315,8	19	43	7	299,65	1696	-	5426
							-32	+30	-5
2.04.08	Цикл 5								
	охлажд.	316,05	19,7	-	108	299,9	1709	5463	-
	нагрев.	315,95	19,7	43	4,5	299,8	1696	-	5424
							-13	-63	-2
9.04.08	Цикл 6								
	охлажд.	316,15	19,5	-	156	300	1720	5498	-
	нагрев.	315,85	19,5	43	7	299,7	1703	-	5448
							-17	+35	+24
12.04.08	Цикл 7								
	охлажд.	316,15	20	-	72	300	1713	5475	-
	нагрев.	315,75	20	43	7	299,6	1690	-	5407
							-23	-23	-41
15.04.08	Цикл 8								
	охлажд.	316,10	17	-	72	299,95	1701	5437	-
	нагрев.	315,75	17	43	7	299,60	1692	-	5413
							-9	-38	+6
18.04.08	Цикл 9								
	охлажд.	316,10	14,5	-	72	299,95	1728	5517	-
	нагрев.	315,95	14,5	43	7	299,80	1700	-	5437
							-28	+80	+24
21.04.08	Цикл 10								
	охлажд.	316,1	13,5	-	72	299,95	1733	5545	-
	нагрев.	315,85	13,5	43	7	299,7	1706	-	5459
							-27	+28	+22
Среднее за 10 циклов (циклы 1:10).									
	охлажд.	316,14	18	-	100,8	299,97	1719	5501	-
	нагрев.	315,85	18	43	7,0	299,70	1695	-	5429
							-24	+50	+49
<b>Период II</b>									
Нагрев на стабилизаторе до 50°.									
Нагрев и охлаждение грунта в кюв. «Е» упакованного в полиэтиленовый мешок.									
24.04.08	Цикл 11								
	охлажд.	316,1	13	-	72	299,95	1723	5510	-

продолжение таблицы 3.17-3										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	нагрев.	316,0	13	43	7	299,85	1711	-	5466	
							-12	+9	+7	
28.04.08	Цикл 12									
	охлажд.	316,2	13,5	-	96	300,05	1722	5505	-	
	нагрев.	316,0	13,5	43	<b>11</b>	299,85	1702	-	5443	
							-20	-5	-23	
13.05.08	Цикл 13									
	охлажд.	316,65	15	-	<b>360</b>	300,5	1706	5445	-	
	нагрев.	316,05	15	43	7	299,9	1682	-	5372	
							-24	-60	-71	
16.05.08	Цикл 14									
	охлажд.	316,35	15	-	72	300,2	1693	5407	-	
	нагрев.	316,05	15	43	8	299,85	1692	-	5410	
							-1	-38	+38	
19.05.08	Цикл 15									
	охлажд.	316,5	15	-	96	300,35	1706	5442	-	
	нагрев.	315,05	15	43	6	299,95	1686	-	5387	
							-20	+35	-23	
	Среднее циклы 11 ÷ 15.									
	охлажд.	316,36	14,3	-	139	300,2	1710	5462	-	
	нагрев.	316,0	14,3	43	8	299,85	1695	-	5416	
	Отклонение от 10 цикла							-15	-83	-43
	Отклонение от среднего циклов (1 ÷ 10).								-39	-13
Период III	Нагрев на стабилизаторе до 50 <sup>0</sup> .									
	Нагрев и охлаждение грунта в кюв. «Е» с открытой поверхностью.									
23.05.08	Цикл 16									
	охлажд.	316,95	20,5	-	72	300,8	1695	5402	-	
	нагрев.	316,0	20,5	48	7	299,85	1679	-	5366	
							-16	-40	-27	
28.05.08	Цикл 17									
	охлажд.	316,9	18	-	120	300,75	1720	5485	-	
	нагрев.	315,95	18	47	6	299,8	1694	-	5418	
							+26	+83	+52	
30.05.08	Цикл 18									
	охлажд.	316,5	18,5	-	72	300,35	1702	5434	-	
	нагрев.	315,9	18,5	43	7	299,75	1690	-	5404	
							-12	-51	-14	
3.06.08	Цикл 19									
	охлажд.	316,7	17,5	-	96	300,55	1715	5474	-	
	нагрев.	315,95	17,5	43	7	299,8	1700	-	5437	
							-15	+40	+33	
	Среднее циклы 16 ÷ 19.									
	охлажд.	316,76	18,6	-	90	300,6	1708	5449	-	
	нагрев.	315,95	18,6	43	7	299,8	1691	-	5406	
	Отклонение от 15 цикла							-17	+7	+33
	Отклонение от среднего циклов (11 ÷ 15).								-13	-10
Период IV	Нагрев на электро -калорифере 60-75 <sup>0</sup> .									
	Нагрев и охлаждение грунта в кюв. «Е» с открытой поверхностью.									
5.06.08	Цикл 20	(1-е нагрев, 2-е охлаждение).								
	<b>нагрев.</b>	315,4	21,5	60	18	299,25	<b>1721</b>	-	5516	
	охлажд.	316,0	18	-	<b>7</b>	299,85	1713	5480	-	
7.06.08	Цикл 21									
	нагрев.	315,3	21,5	60	22	299,15	1724	-	5529	
	охлажд.	316,0	18	-	7	299,85	1695	5419	-	
							-29	-51	+13	
	Среднее циклы 20 ÷ 21.									
	нагрев.	315,25	21,5	60	20	299,20	1723	-	5523	
	охлажд.	316	18	-	7	299,85	1704	5450	-	
							-19	-24	+86	
Период V	Нагрев и охлаждения равны по продолжительности.									
	Цикл 22									

продолжение таблицы 3.17-3										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
18.06.08	нагрев.	315,3	24	60	48	299,15	1699	-	5446	
20.06.08	охлажд.	316,5	20	-	48	300,35	1706	5447	-	
							+7	+28	-83	
	Цикл 23									
23.06.08	нагрев.	315,35	23	60	72	299,2	1720	-	5515	
26.06.08	охлажд.	316,5	21,5	-	72	300,35	1700	5426	-	
							-20	-21	+69	
	Цикл 24									
30.06.08	нагрев.	315,35	20	60	48	299,2	1697	-	5437	
2.07.08	охлажд.	316,5	20,5	-	48	300,35	1708	5453	-	
							-15	+27	-78	
	Цикл 25									
5.07.08	нагрев.	315,45	23	60	24	299,3	1719	-	5509	
6.07.08	охлажд.	316,5	20,5	-	24	300,35	1707	5452	-	
							-12	-1	+72	
	Среднее циклы 22÷25.									
	нагрев.	315,36	20,6	60	48	299,2	1708	-	5477	
	охлажд.	316,5	22,50	-	48	300,35	1705	5445	-	
	Отклонение от цикла 21							-3	+26	-52
	Отклонение от среднего циклов (20÷21).								-5	-45
Период VI	Длительный нагрев на электро-калорифере грунт в кюв. «Е» с открытой поверхностью.									
	Охлаждение – 2÷3 сут. грунта в кюв «Е» упакованного в полиэтиленовый мешок.									
	Цикл 26	(1-е нагрев, 2-е охлаждение).								
18.07.08	нагрев.	315,7	24	60	264	299,55	1714	-	5489	
21.07.08	охлажд.	316,2	22,5	-	72	300,05	1719	5496	-	
							-5	+44	-20	
	Цикл 27									
1.08.08	нагрев.	315,8	21,5	60	260	299,65	1742	-	5581	
4.08.08	охлажд.	316,14	21,5	-	72	299,99	1762	5640	-	
							+20	+144	+92	
	Цикл 28									
14.08.08	нагрев.	315,74	21,5	60	240	299,59	1724	-	5529	
16.08.08	охлажд.	316,14	22,5	-	48	299,99	1749	5597	-	
							+25	-43	-52	
	Среднее циклы 26÷28.									
	нагрев.	315,75	22,2	60	255	299,6	1727	-	5533	
	охлажд.	316,16	22,3	-	64	300,01	1743	5578	-	
	Отклонение от цикла 25.							+16	+26	+24
	Отклонение от среднего циклов (22÷25).								+33	+56
Период VII	Охлаждение, кюв «Е» с грунтом в полиэтиленовом мешке.									
	Цикл 29									
25.08.08	охлажд.	316,4	21,5	-	240	300,25	1724	5505	-	
	Длительный нагрев на электро-калорифере грунт в кюв. «Е» с открытой поверхностью.									
	Охлаждение – 2-6 сут., грунт в кюв «Е» упакован в полиэтиленовый мешок.									
	Цикл 30	(1-е нагрев, 2-е охлаждение).								
5.09.08	нагрев.	315,2	18	60	262	299,05	1793	-	5762	
12.09.08	охлажд.	316,52	21,5	-	144	300,37	1758	5620	-	
							-35	+23	+233	
	Цикл 31									
22.09.08	нагрев.	315,62	18	60	240	299,47	1764	-	5658	
25.09.08	охлажд.	316,40	14	-	72	300,25	1755	5612	-	
								-8	-104	
	Среднее циклов 29÷31									
	нагрев.	315,41	18	60	251	299,26	1779	-	5710	
	охлажд.	316,47	18	-	152	300,27	1746	5579	-	
	Отклонение от цикла 28								-18	+181
	Отклонение от среднего циклов (26÷28).								+1	+177
Период VIII	Нагрев на электро-калорифере 4-5сут. в кюв «Е» с открытой поверхностью.									
	Охлаждение – 5 сут., грунт в кюв «Е» упакован в полиэтиленовый мешок.									
	Цикл 33									
30.09.08	нагрев.	315,45	18	60	120	299,3	1772	-	5681	

продолжение таблицы 3.17-3									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.10.08	охлажд.	316,16	14	-	120	300,01	1742	5591	-
							-30	-21	+23
	Цикл 34								
10.10.08	нагрев.	315,8	14	60	96	299,65	1770	-	5674
25.10.08	охлажд.	316,16	14	-	120	300,01	1759	5630	-
								+39	-7
	Цикл 35								
20.10.08	нагрев.	315,5	22	60	120	299,65	1746	-	5599
25.10.08	охлажд.	316	18,5	-	120	299,85	1758	5630	-
								+0	-75
	Цикл 36								
30.10.08	нагрев.	315,3	20	60	96	299,15	1700	-	5450
4.11.08	охлажд.	316,0	20,5	-	120	299,85	1717	5494	-
								-136	-149
	Цикл 37								
9.11.08	нагрев.	315,7	20	60	96	299,55	1717	-	5498
14.11.08	охлажд.	316,35	19	-	120	300,2	1728	5522	-
								+30	+48
	Среднее циклов (33÷37)								
	нагрев.	315,55	16,5	60	106	299,4	1741	-	5580
	охлажд.	316,13	19,8	-	120	299,8	1741	5573	-
	Отклонение от цикла 31							-39	-78
	Отклонение от среднего циклов (29 ÷ 31).							-6	-130
Период IX – Нагрев на электро – калорифере – 2 суток в кюв «Е» с открытой поверхностью.									
Охлаждение – 2 сут., грунт в кюв «Е» упакован в полиэтиленовый мешок.									
	Цикл 38								
16.11.08	нагрев.	315,45	13	60	48	299,45	1695	-	5430
18.11.08	охлажд.	315,63	19,5	-	48	299,48	1724	5523	-
								+1	-68
Определение температуры грунта, перед измерением активности на радиометре РУБ -01П6									
	Цикл 39								
20.11.08	нагрев.	315,13	19	60-26	48	299,98	1736	-	5571
22.11.08	охлажд.	315,60	19,5	19,6	48	299,45	1715	5494	-
								-29	+141
	Цикл 40								
24.11.08	нагрев.	314,98	19,2	60-25,2	48	299,83	1722	-	5523
26.11.08	охлажд.	315,48	18,5	18,6	48	299,33	1724	5526	-
								+32	-48
	Цикл 41								
28.11.08	нагрев.	315,12	19,2	60-25,2	48	298,95	1709	-	5483
30.11.08	охлажд.	315,48	18	17,6	48	299,33	1698	5434	-
								-87	-40
	Цикл 42								
2.12.08	нагрев.	315,05	18,5	60-26,2	48	298,9	1716	-	5507
4.12.08	охлажд.	315,63	19,5	20,1	48	299,48	1716	5497	-
								+58	+24
	Цикл 43								
6.12.08	нагрев.	315,13	20,2	60-25,5	48	298,98	1697	-	5443
8.12.08	охлажд.	315,48	20,5	21,5	48	299,33	1699	5444	-
								-53	-65
	Цикл 44								
10.12.08	нагрев.	314,95	20,2	60-25,2	48	298,8	1677	-	5378
12.12.08	охлажд.	315,26	19,5	20,2	48	299,11	1697	5443	-
								-1	-65
	Цикл 45								
14.12.08	нагрев.	315,1	17,2	60-25	48	298,95	1703	-	5472
16.12.08	охлажд.	315,26	18,5	19	48	299,11	1700	5450	-
								+7	+94
	Среднее циклов (38÷45)								
	нагрев.	315,11	19,2	60-25,5	48	298,96	1707	-	5476
	охлажд.	315,44	18,35	19,5	48	299,29	1708	5477	-

продолжение таблицы 3.17-3									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Отклонение от цикла 37							-47	-22
	Отклонение от сред. циклов (33÷37)							-96	-104
Период X – Охлаждение, грунт в кюв. «Е» упакован в полиэтиленовый мешок.									
22.12.08	Цикл 46	315,26	15,5	-	144	299,11	1690	5416	-
13.01.08	Цикл 47	315,30	15	-	528	299,15	1693	5425	-
15.01.08	Цикл 48	315,55	15	-	48	299,4	1699	5442	-
20.01.08	Цикл 49	315,60	15,5	-	120	299,45	1693	5419	-
	Среднее циклов 46-49								
	охлажд.	315,43	15	-	840	299,28	1694	5426	
	Отклонение от начала (охлаждение).								
			18	-	-	-0,47	-8	-12	
	Отклонение от среднего циклов 38-45 (охлаждение).								
			19,2	-	48x8	-0,01	-6	-51	
Период XI – Нагрев на электро-калорифере, грунт в кюв. «Е» с открытой поверхностью.									
26.01.09	Цикл 50	314,85	16	60-25	144	298,7	1719	-	5521
30.01.09	Цикл 51	314,84	17,5	60-26,6	96	298,69	1717	-	5517
9.02.09	Цикл 52	314,85	16,5	60-25	240	298,7	1731	-	5561
10.02.09	Цикл 53	314,8	18	60-26,6	264	298,65	1734	-	5571
	Среднее циклы 50-53								
	нагрев	314,84	17	60-26	744	298,68	1725	-	5542
	Отклонение от начала (нагрев)								
			18	43	7x1	-1,07	+41	-	+158
	Отклонение от среднего циклов 38-45 (нагрев)								
			19,2	60-25,5	48x8	-0,3	+18	-	+66
	Отклонение от среднего циклов 46-49 (охлаждение)								
			16	-	840	-0,77	+31	-	+145

Таблица 3.17-3.1 – Среднее значение удельной активности грунта по периодам сублимации

Дата определения активности.	№ цикла	Масса кюв. «Е» с грунт.  г.	Температура в t <sup>0</sup> С		Продолжительность цикла.  час	Активность сухого грунта в кюв «Е», фон – 70Бк				
			t <sub>ком</sub>	t <sub>нагр</sub>		Навеска.  г	Активность навески.  Бк	Удельная активность Бк/кг		
								Охлаждение.	Нагрев	Отклон. от начала  Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Начало	.									
	охлажд.	316,15	18	-	-	300	1702	5438	-	-
	нагрев	315,9	18	43	7	299,75	1684	-	5384	-
		-0,29					-18			
Период I Циклы 1-10										
	охлажд.	316,14	18	-	100,8	299,97	1719	5501	-	+63
	нагрев	315,85	18	43	7,0	299,7	1695	-	5429	+45
						-0,27	-24	+50	+49	
Период II Циклы 11-15										
	охлажд.	316,36	14,3	-	139	300,2	1710	5462	-	+24
	нагрев	316,0	14,3	43	8	299,85	1695	-	5416	+32
		-0,36				-0,35	-15	-39	-13	
Период III. Циклы 16-19										
	охлажд.	316,95	18,6	-	90	300,6	1708	5449	-	+11
	нагрев	315,95	18,6	45	7	299,8	1691	-	5406	+22
		-0,81				-0,8	-17	-13	-10	
Период IV – Циклы 20-21										
	охлажд.	316,0	18,6	-	20	299,85	1695	5450	-	+12
	нагрев	315,35	21,5	60	7	299,2	1724	-	5522	+138
		-0,65				-0,65	+29	+1	+116	
Период V – Циклы 22-25										
	охлажд.	316,5	20,6	-	48	300,35	1705	5445	-	+7
	нагрев	315,36	22,5	60	48	299,2	1708	-	5477	+23
		-1,14				-1,15	+3	-5	-45	
Период VI – Циклы 26-28										
	охлажд.	316,16	22,2	-	64	300,01	1743	5578	-	+140
	нагрев	315,75	22,3	60	255	299,6	1727	-	5533	+149
		-0,41				-0,41	-16	+133	+56	
Период VII – Циклы 29-31										
	охлажд.	316,47	18	-	152	300,27	1746	5579	-	+141
	нагрев	315,41	18	60	251	299,26	1779	-	5710	+326
		-1,06				-1,01	+33	+1	+177	
Период VIII – Циклы 33-37										
	охлажд.	316,13	16,5	-	120	299,8	1741	5573	-	+135
	нагрев	315,55	19,8	60	106	299,4	1741	-	5580	+196
								-6	-130	
Период IX Циклы 38-45										
	охлажд.	315,44	19,2	-	48	299,25	1708	5477	-	+39
	нагрев	315,11	18,35	60-25	48	298,96	1707	-	5476	+92
		-0,33				-0,29	-1	-96	-104	
Период X Циклы 46-49										
	охлажд.	315,43	15	-	840	299,28	1694	5426	-	-12
						-0,01	-14	-51		
Период XI Циклы 50-53										
	нагрев		17	60-25	744	298,68	1725	-	5542	+158
						-0,28	+18	+66		

### **III 3.6 Вынос цезия-137 растениями в процессе транспирации.**

#### **ОПЫТ: 32.**

#### **ОПЫТ 32    *Транспирация растениями и вынос цезия -137.***

*Исходные данные к опыту 32.*

Опыт по транспирации растениями проводился на траве выращенной в комнатных условиях. Процесс транспирации изучался в комнатных условиях при температуре 23-25<sup>0</sup>С и в полевых условиях под солнцем при температуре до 32-40<sup>0</sup>С (лоток с травой, выращенной в комнатных условиях, выносили на природу).

Для выращивания травы использовался радиоактивный грунт общей массой 3736г, с первоначальной удельной активностью 14700 Бк/кг.

Грунт супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, отбирался с дикого луга, из 10 см верхнего слоя почвы на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на.

Вода для полива использовалась дистиллированная и дождевая.

Трава из семян тимopheевки и ежи сборной выращена в пластмассовом лотке высотой 6,5 см, длиной 47 см, шириной 32 см, площадь высева – 1504 см<sup>2</sup>, масса пустого лотка 558г. В дне лотка просверлены 32 дренажных отверстия d=0,2 см.

Для ускорения выращивания травы и для сбора конденсата (транспирационной воды), лоток с травой накрывался полиэтиленовым пленочным шатром, в форме пирамиды с 4-мя гранями высотой – 70 см.

*Цель опыта 32.*

1. Изучить вынос из почвы радионуклидов цезия-137 с эвапотранспирационным потоком в атмосферу.

*Условия проведения опыта 32.*

Подготовка, засыпка грунта в лоток, выращивание травы, сбор транспирационной воды и определение активности воды, растений, грунта проводились в определенной последовательности, для каждого цикла сбора транспирационной воды, независимо от типа сбора и его продолжительности.

2. Подготовка и засыпка грунта в лоток для выращивания травы.

- Отобранный радиоактивный грунт освобождался от живых корней и зеленых стеблей пырея.

- Грунт вместе с неперегнившими (прошлогодними) растительными остатками и, отдельно, освобожденные от земли, живые корни и стебли пырея подвергались сушке на электрокалорифере.

Для определения первоначальной активности из высушенного грунта

массой 3736г выделены (неперегнившие, прошлогодние), растительные остатки – 450г. Грунт измельчен и просеян через сито 1мм, прошлогодние растительные остатки измельчены и просеяны через сито 1,2мм.

Высушенные корни и стебли порезаны на кусочки (нити) 0,5÷1,0см.

Характеристика грунта, растительных остатков и их активность до начала и в конце опыта по транспирации приведены в таблице 3.32.

После проверки активности, грунт и прошлогодние растительные остатки общей массой – 3736г смешали и засыпали в лоток, для выращивания травы, ровным слоем 3 см.

## 2. Выращивание травы.

Семена тимopheевки и ежи сборной высеяны общей массой 36,8г в подготовленный грунт на глубину 0,3-0,5см. Подготовленный грунт не удобрялся ни до –ни после посева семян.

Семена высеяны 3.07.07г, полив осуществлялся один раз до всходов дистиллированной водой – 2,0л.

Лоток с грунтом и высеянными семенами размещался в комнатных условиях, в хорошо освещенном месте, при температуре 23÷25°C, сверху лоток прикрывался полиэтиленовым пленочным шатром в форме пирамиды, для создания постоянных влажных условий.

Всходы дружные появились на 2-й день и через 4 суток трава достигла высоты 12см и пленочный экран шатра затуманился от пузырьков воды.

Под пленочным экраном и при температуре 23°C создавался парниковый эффект, на траве выпадала роса, на стенках пленочного экрана образовался конденсат.

## 3. Тип транспирации и способы сбора транспирационной воды.

- В опыте исследованы два варианта транспирации растениями с травой выращенной в минипарнике:

Вариант I – в комнатных условиях при температуре 22÷25°C.

Вариант II – минипарник вынесли на природу под солнце при температуре до 32÷40°C.

- Сбор транспирационной воды в виде росы и конденсата проводился по циклам, всего проведено 15 циклов сбора.

- Продолжительность сбора конденсата и росы, при транспирации в комнатных условиях, составляла 1 ÷ 4 суток, при транспирации на природе под солнцем 0,5÷1 сутки

- Сборы с 1 по 5 проводились при транспирации в комнатных условиях. В условиях транспирации при температуре 22-25°C образовывалось незначительное количество конденсата и небольшая роса.

Конденсат и росу собирали сухими специально подготовленными марлевыми салфетками массой 4÷6,25г. При сборе конденсата салфетка намокала и масса ее увеличилась на 5÷6 грамм.

При сборе конденсата с пленочного экрана, последний тщательно протирали марлевой салфеткой, росу на траве промокали салфеткой легким прикосновением.

- Сборы с 6 по 15 проводились при транспирации на природе, под солнцем с переменной температурой 25-40°C. При повышенной температуре сбор конденсата увеличился до 130г, но трава, взошедшая в щадящих комнатных условиях наклонилась, полегла, кончики ее стали подгорать в местах соприкосновения с пленочным шатром.

Тяжелые капли конденсата стекали по наклонным граням пленочного шатра в водосборные канавки, устроенные по периметру лотка с травой и далее в водосборный сосуд.

Оставшиеся на стенках пленочного шатра капли конденсата собирались марлевой салфеткой в водосборный сосуд. Отжатой салфеткой протирали пленочный экран шатра несколько раз, пока салфетка после отжатия перестанет отдавать воду.

#### 4. Определение активности грунта, растительных остатков и транспирационной воды.

- Активность грунта, растительных остатков определялась в сухом, измельченном виде на радиометре РУБ-01П6 в кюветке «Маринелли», с навесками для грунта и неперегнивших растительных остатков -200г, для травы с навеской, равной массе всей собранной травы (50г, 36г, 8г).

Перед определением активности грунт в кюветке «Маринелли» уплотняется методом постукивания дном кюветки о пачку газет для грунта – 110 раз, для растительных остатков и травы по 210 раз.

- Активность транспирационной воды определялась на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», применяя метод «сухой салфетки» тремя способами, в зависимости от количества собранной воды.

Способ I – количество конденсата незначительное, вода на салфетке хорошо впитывалась и не капала.

- Марлевая салфетка сухая или влажная от конденсата, сложенная в несколько слоев, укладывается вокруг выступа для блока детектирования в кюветке «Маринелли».

- Влажные салфетки высушивались или на воздухе или на электрокалорифере до первоначальной массы.

Способ II – конденсата набиралось до 50г.

- Влажная салфетка, которой собирали конденсат, опускалась в сосуд с собранным конденсатом и высушивалась на электрокалорифере до полного испарения конденсата.

Способ III – Конденсата набирается более 50г.

- Проводилась проверка активности – 50г конденсата.

- Для высушивания влажной салфетки в 50г конденсата или во всей массе собранного конденсата (в сборах 9, 10, 11, 15 сушили 50г транспирационной воды) применялся способ II.

- Лучше всего сушку конденсата и салфетки проводить прямо в измерительном контейнере кюветка «Маринелли».

Салфетки для сбора конденсата использовались в основном новые для каждого сбора. При сборах 1, 2, 3, 4, 5 на одну и ту же салфетку прово-

дилось по 2 сбора конденсата (см. таблицу 3.32.1, в графе 2 указан номер салфетки).

Каждой чистой, стерильной салфетке в начале опыта присваивался номер, фиксировалась масса сухой салфетки и проверялась ее первоначальная активность.

Высушенные марлевые салфетки, проверенные на активность, после сбора конденсата хранились в полиэтиленовых мешках продолжительное время от 23 до 68 суток, в зависимости от времени сбора. В конце опыта все сухие салфетки, вновь, проверялись на радиоактивность (см. таблица 3.32.1).

#### 5. Подготовка лотка с травой к очередному сбору транспирационной воды.

- Сразу, после сбора транспирационной воды, трава, по необходимости, поливалась дождевой водой из расчета 500г на лоток.

- Лоток с травой накрывался шатром с пленочным полиэтиленовым экраном.

- Сосуд для сбора транспирационной воды подводился к водоотводящему каналу и герметично прикрывался от попадания мусора в него.

- Подготовленный лоток с травой выставлялся на ночь в определенное место, которое нагревается с восходом солнца.

- Сбор конденсата производился по мере заполнения водосборного сосуда и в зависимости от температуры и продолжительности прогрева в течении суток на природе и от количества конденсата на пленочном шатре в комнатных условиях.

- Собранный конденсат, вместе с марлевой салфеткой в водосборном сосуде, отправлялся для определения активности. К водосборной канавке для сбора конденсата подводился новый, чистый, сухой водосборный сосуд.

- После сбора-14 траву в лотке срезали. Трава к этому времени достигла высоты 21 см, но поредела, выпала за счет повышенной влажности. Общая масса зеленой травы составила-36г, в сухом виде -8г.

- В конце опыта почва (грунт) из лотка общей массой 3674г – высушена, измельчена, выделены растительные неперегнившие остатки массой 404г. Для определения активности, грунт и растительные остатки просеяны через сито соответственно через 1 мм и 1,2мм, трава порезана на кусочки (нити) 0,5÷1см.

Активность грунта и растительных остатков до начала и в конце опыта 32 приведена в **таблице 3.32**.

Повторная проверка активности транспирационной воды на высушенных марлевых салфетках, через 26÷68 суток хранения их в закрытом полиэтиленовом мешке, приведена в **таблице 3.32.1**.

Основные условия сбора транспирационной воды и активность росы, конденсата на высушенных марлевых салфетках и активность транспирационной воды по циклам сбора приведены в **таблице 3.32.2**.

*Выводы к опыту 32.*

1. Удельная активность сухой скошенной травы составляет шестую часть от удельной активности почво-грунта, на которой она росла 33 суток (см. таблицу 3.32).

$$14583 \text{ Бк/кг} : 2350 \text{ Бк/кг} = 5,77 \text{ раз}$$

Удельная активность сухих корней и стеблей пырея составляет пятую часть от удельной активности почво-грунтов, на которой они росли (см. таблицу 3.32).

$$14583 \text{ Бк/кг} : 2979 \text{ Бк/кг} = 4,9 \text{ раз}$$

Следовательно, корни наиболее радиоактивны, чем стебли.

2. Радионуклиды цезия-137 выносятся транспирационным потоком воды. Все марлевые салфетки смоченные транспирационной водой и высушенные – радиоактивны, см. таблицу 3.21-1.

3. Растения поглощают из почвенного раствора вместе с водой цезий-137 только в ионной форме. В ионной форме цезия-137 в почвенном растворе мало, чем и объясняется незначительное количество цезия в транспирационной воде.

Таблица 3.32. Активность грунта и растительных остатков, до начала и в конце опыта по транспирации растениями.

Дата определения активности.	Проба			Активность пробы				
	Вид	Общая масса	Характеристика пробы	Масса н.гр	Навеска	Фон	Активность навески	Удельная активность.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
До начала опыта 32								
30.06.07	Почво-грунт из 10 см слоя	3286	Сухой, измельченный (сито 1 мм), без растительных остатков	49,0	200	70,5	2987	14583
30.06.07	Растительные остатки	450	Сухие, измельченные (сито 1,2 мм), не перегнившие прошлогодние	18,8	200	70,5	2632	12705
30.06.07	Почво-грунт + прошлогодние растительные остатки	3736	Сухой, измельченный (сито 1 мм)	43,6	200	70,5	3010	14698
11.07.07	Живые корни и стебли пырея	50	Сухие, измельченные (нити-1 см), корни, стебли пырея освобождены от почво-грунта до сушки		50	70,5	219,5	2979
После окончания опыта 32								
11.09.07	Почво-грунт (из лотка)	3270	Сухой, измельченный (сито 1мм), без растительных остатков	46,9	200	70,5	2781	13553
11.09.07	Растительные остатки (из лотка)	404	Сухие, измельченные (сито 1,2 мм), не перегнившие т-коричневые	24,0	200	70,5	2386	11576
11.09.07	Почво-грунт + растительные остатки	3674	Сухие измельченные	43,6	200	70,5	2800	13648
11.09.07	Трава зеленая из лотка	36	Зеленая трава срезана 10.08.07г измельчена (нити-1 см)	-	36	70,5	90,6	559
14.08.07	Трава из лотка	8	Сухая, измельченная (нити-1см)	-	8	70,5	89,3	2350

Таблица 3.32.1 – Повторная проверка активности высушенных марлевых салфеток, смоченных транспирационной водой по циклам сбора конденсата, после продолжительного хранения их в полиэтиленовых мешках.

Дата определения активности	№ сбора	Продолжительность хранения сут	Салфетка		Высушенный конденсат			Активность сухой салфетки		
			Тип	Масса. г	Из мокрой салфетки г	Конд.-вода +салфетка. г	Тип сушки	Фон Бк	Отсчет Бк	Удельная активность. Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Роса, конденсат сбора 1, 2 собраны на одну и ту же салфетку.										
21.09.07	Сбор 1	68	х/б	6,25	13,15	-	стаб.	61,76	63,42	262,4
	Сбор 2				16,75	-				
Конденсат сборов 3,4,. 5, 7 собраны на одну и ту же салфетку.										
19.09.07	Сбор 3	63	бинт	4,9	7,4	-	стаб.	61,38	62,0	127,9
	Сбор 4				6,2	-	комн.			
	Сбор 5				11,45	70	стаб.			
	Сбор 7				12,7	60,2	стаб.			
19.09.07	Сбор 6	56	бинт	4,4	-	21,3	комн.	61,38	62,37	224,2
20.09.07	Сбор 9	50	бинт	6,15	15,1	50	стаб.	60,2	60,95	122
19.09.07	Сбор 10	44	бинт	6,15	15,1	50	стаб.	60,2	61,27	173
20.09.07	Сбор 10	44	синтетика	6,15	-	20	стаб.	60,2	61,44	201,6
20.09.07	Сбор 11	42	бинт	5,1	15,1	50	стаб.	60,2	62,0	335
20.09.07	Сбор 12	41	бинт	6,2	15,1	-	стаб.	60,2	61,6	230
20.09.07	Сбор 15	26	бинт	6,3	15,1	-	комн.	60,2	61,16	152
23.09.07	Сбор 15	26	конд.-вода	-	-	45	-	61,2	60,92	0
21.09.07	Сбор 14	37	х/б	6,3	15,1	73,9	комн.	61,76	62,07	49,0

Примечание: 1. Сушка влажных салфеток и конденсат – воды с погруженной в нее салфеткой проводилась при комнатной температуре или на обогревательных электроприборах типа стабилизатор или электрокалорифер.

Таблица 3.32.2. Активность транспирационной воды на высушенных салфетках по циклам сбора конденсата.

Дата определения активности.	№ сбора		Полив г.	Транспирационная вода					Активность				Отрастание травы		Сбор конденсата.	Погодные условия			Состояние травы
	№ салфетки	Масса сухой салф. г.		Общая масса. г	В.т.числе		Мокрая салфетка. г	Температура t°C	Навеска г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность Бк/кг	Продолжительность, сут	Высота h, см		Температура t°C	Наличие ветра	Наличие утренней росы	
					Роса г	Конденсат г													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Сбор конденсата в комнатных условиях																			
	<b>Сбор 1</b>			Σ 6,9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	12	9		-	да	Зеленая, густая
11.07.07	1	6,25	1500 г	6,9	-	-	13,15	23÷25	13,15	65,64	66,19	61,1							
	1	6,25		6,9	-	-	13,15		13,15	65,64	66,38	53,3							
	1	6,25		6,9	-	-	6,25		6,25	65,64	74,96	1491							
13.07.07	<b>Сбор 2</b>			Σ 10,5									11	15	2		-	нет	Зеленая, густая
	1	6,25	-	10,5	-	-	16,75	25	16,75	65,64	66,54	53,7							
	1	6,2	-	10,5	-	-	6,2		6,2	65,64	67,62	319,4							
	1'	6,2		Салф. постирана			6,2		6,2	65,64	67,6	316							
16.07.07	<b>Сбор 3</b>			Σ 10,2	-	-	-	-	-	-	-	-	14	16,5	2		-	да	Зеленая, густая
	2	4,45	500г	7,6	7,6	-	12,05	23,5	12,05	65,64	65,45	0							
	2	4,4		7,6	7,6	-	4,4		4,4	65,64	65,42	0							
	3	4,8		2,6	-	2,6	7,4		7,4	65,64	63,9	0							
	3	4,8		2,6	-	2,6	4,8		4,8	65,64	63,95	0							
19.07.07	<b>Сбор 4</b>		500г	Σ 5,95	-	-	-	-	-	-	-	-	17	16÷20	2		-	да	Трава наклонилась в одну сторону
	2	4,45		4,55	4,55	-	9,0	22,5	9,0	не провер.									
	2	4,4		4,55	4,55	-	4,4		4,4	65,64	65,83	43,2							
нов.	4	4,8		1,4	-	1,4	6,2		6,2	не провер.		-							
	4	4,8		1,4	-	1,4	6,2		4,8	65,64	65,78	29,2							
Сбор конденсата под солнцем на природе с 20.07.07г																			
21.07.07	<b>Сбор 5</b>			Σ 73,6	-								19	до 20	1	34	да	нет	-//-
	4	4,8	500г	6,65	-	6,65	11,45		11,45	65,64	66,41	67,25							
	4	4,8		6,65	-	6,65	4,8		4,8	65,64	65,75	22,9							
	-	-		70	-	70	-		70,0	65,64	65,96	4,57							
23.07.07	4	4,8		70	-	76,65	4,8		4,8	65,64	66,57	193,7							

продолжение таблицы 3.32.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
23.07.07	<b>Сбор 6</b>			Σ 21,3	-	-	-	-	-	-	-	-	21	до 20	1	27-33	-	нет	Верхушки травы подвяли подсохли	
	5	4,15	Сушка на солнце				4,15		4,15	65,64	64,90	0								
	-	-		21,3	-	21,3	-		21,3	65,64	64,67	0								
	5	4,2		21,3	-	21,3	21,3		4,2	65,64	64,5	0								
25.07.07	<b>Сбор 7</b>			Σ 63,3	-									до 20	0,5	26,5-23	-	нет		
	6	4,8		7,9	-	7,9	12,7		12,7	65,64	66,05	32,3	22						Трава горит от соприкосновения с пленкой.	
	6	4,8		7,9	-	7,9	4,8		4,8	65,64	66,1	95,8								
	-	-		60,2	-	60,2	-		60,2	65,64	65,7	1,0								
	6	4,8		60,2	-	67,9	4,8		4,8	65,64	66,13	102,8								
29.07.07	<b>Сбор 8</b>			Σ 85,1	-								23	нет роста	1,0	16,5-16	нет	нет	Трава затоплена.	
	7	4,15	дождь	8,3	-	8,3	12,45		12,45	65,64	68,32	223							Слили – 1,5 л воды	
	7	4,15		8,3	-	8,3	4,8		4,8	65,64	68,76	752							Пасмурно, сыро	
			Салфетку увлажнили в мутном конденсате.																	
	-	-		64,9	-	64,9	-		64,9	65,64	66,7	17,3								
	7	415		64,9		73,1	4,15		4,15	65,64	67,03	336								
			Конденсат мутный пропустили через фильтр.																	
3.08.07	<b>Сбор 9</b>		дождь	Σ 72,85	-	-					-	-	25	нет роста	0,5	28-20			Частично трава отмирает от затопления.	
	8	6,1	дождь	9	-	9	15,1		15,1	65,64	64,24	0								
	8	6,1		9	-	9	6,1		6,1	65,64	66,06	68,8								
	-	-		5,0	-	5,0	-		50	65,64	64,13	0								
	8	6,1		5,0	-	59,0	6,1		6,1	65,64	66,04	66,7								
6.08.07	<b>Сбор 10</b>			Σ 77									29	нет роста	0,5	18-23	ветер	-		
	9	6,1	-	9	-	9	15,1		15,1	63,47	64,34	57,6								
	9	6,1	-	9	-	9	6,1		6,1	63,47	64,3	166,1								
	-	-		50	-	50	-		50	63,47	64,32	17,0								
	9	6,1	-	50	-	59	-	не сушили												

продолжение таблицы 3.32.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
синтет	10	6,1		20		20	6,1		6,1	63,47	64,48	165,6											
10.08.07	<b>Сбор 11</b>		дождь	Σ 161,7									31	-//-	0,5	18							
	11	5,1	-	50	-	50	5,1		5,1	63,47	64,4	182,4											
	10	6,1	-	10	-	10	16,1	-	16,1	63,47	66,3	161,4											
	-	-	-	107		107	Использована для выпаривания																
10.08.07	<b>Сбор 12</b>			Σ 140,7									32	-//-	0,5	17	ветер	да					
	12	6,1	-	9	-	9	16,1		16,1	63,47	64,5	70,8											
11.08.07	-	-	-	125	-	125	-	Использована для выпаривания															
	<b>Сбор 13</b>			Σ 129	-								33	-//-	0,5	17	ветер	нет	Трава выпала на половине площади				
	13	6,1	-	9	-	9	16,1		16,1	63,47	63,59	7,95											
	13	6,1	-	9	-	9	6,1		6,1	63,47	63,75	45,4											
	-	-		120	-	120	-	Использована для выпаривания.															
13.08.07	<b>Сбор 14</b>			Σ 139,6									34	10-15 отава 2 см.	0,5	26	ветер	нет	Скосили траву.				
	14	6,1		9	-	9	16,1		16,1	63,47	64,45	57,7											
	14	6,1		9	-	9	6,1		6,1	63,47	64,45	160,6											
24.08.07	<b>Сбор 15</b>			Σ 76,9	-	-	-	-	-	-	-	-	44	5-6	0,5	26,5	-	-	Отрасла редкая трава на половине площади				
				50	-	50	-		50	60,72	61,71	19,9											
	15	5,1		9	-	9	15,1		15,1	60,72	62	86,0											
	15	5,1		9	-	9	15,1		6,1	60,72	62,18	232											

### **III 3.7 Изменение гамма-фона в условиях экранизации.**

**ОПЫТЫ: 16п; 16п-1; 16п-2; 16п-3; 16-4; 16-5.**

**ОПЫТ 16п. Изменение гамма-фона на разной высоте над открытой поверхностью радиоактивного грунта. (В природных условиях).**

*Исходные данные к опыту 16п.*

Опыт по изучению гамма-фона, проводился над поверхностью небольшого количества радиоактивного грунта, размещенного в естественных природных условиях на дачном участке нерадиоактивной зоны – п. Кокино, Выгоничского р-на.

Радиоактивный грунт массой – 4,8кг, с удельной активностью – 11435 Бк/кг, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя, на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского района. Гамма-фон в естественных условиях на высоте 1,0м над поверхностью в момент отбора пробы грунта составлял 100-110 мкР/час.

25.11.06г. Условие проведения опыта, были влажные, температура на поверхности земли  $+(1\div 2,5)^{\circ}\text{C}$  и над поверхностью  $1,5\div 2\text{м} +7^{\circ}\text{C}$ , солнце постоянно за тучами, гамма-фон на уровне 1м над поверхностью составлял 16мкР/час. Удельная активность почвы на дачном участке в верхнем 10 см слое  $200\div 230$  Бк/кг.

Для измерения гамма-фона использовался дозиметр типа РКСБ-104-«Белвар».

Образец радиоактивного грунта засыпан в пластмассовый прямоугольный сетчатый лоток с отверстиями  $3\times 5\text{см}$ , высота – 10,0 см, размер лотка в плане  $25\text{см} \times 40\text{см}$ .

*Цель опыта 16п.*

- Изучить изменение фона радиационного излучения на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта.

*Условия проведения опыта 16п.*

Подготовка, засыпка радиоактивного грунта в лоток, размещение его на поверхности земли в нерадиоактивных условиях и измерение гамма-фона на разной высоте над поверхностью проводились в определенной последовательности.

1. Подготовка и засыпка радиоактивного грунта в лоток.

- Радиоактивный грунт массой 4,8 кг высушивался, измельчался, просеивался через сито 1 мм без остатка и определялась первоначальная активность – 11435 Бк/кг и плотность насыпного грунта –  $1,055 \text{ г/см}^3$ ;

- После определения активности, радиоактивный грунт засыпался, по всей поверхности дна, в лоток слоем 5 см. Грунт в лоток засыпался непосредственно перед началом опыта. Поверхность грунта в лотке разравнивалась с помощью линейки, лоток с грунтом не утрясали.

- Дно и стенки пластмассового сетчатого лотка, перед засыпкой грунта, выстилались полиэтиленовой пленкой.

- Грунт из 10 см верхнего слоя, с места проведения опыта (дача) массой 500г, высушивался, измельчался, просеивался через сито 1 мм и определялась первоначальная активность.

- Активность грунта определялась на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской – 285г.

2. Размещение радиоактивного грунта засыпанного в лоток на дачном участке и измерение гамма-фона с помощью дозиметра РКСБ-104 «Белвар».

- На дачном участке выкопан приямок прямоугольной формы, в плане строго по размеру лотка 40см x 25см, глубиной -10 см.

-На дно приямка, размещенный в полиэтиленовом мешке высотой 75 см, устанавливался лоток с радиоактивным грунтом.

Полиэтиленовый мешок служил ограждением вокруг радиоактивного грунта высотой 75см, для создания направленного радиационного излучения. При необходимости полиэтиленовый мешок снимался.

- В углу лотка устанавливалась мерная рейка длиной 1,5м, для контроля высоты над поверхностью радиоактивного грунта при измерении гамма-фона.

- Измерение гамма-фона проводилось на высоте от поверхности – 0м; 0,2м; 0,5м; 0,75м; 1,0м; 1,5м для четырех положений радиоактивного грунта:

1. Открытая поверхность радиоактивного грунта, без пленочного ограждения на высоту – 75 см.

2. На поверхность радиоактивного грунта укладывалась тонкая полиэтиленовая прозрачная пленка, без пленочного ограждения на высоту 75 см.

3. Открытая поверхность радиоактивного грунта, с пленочным ограждением на высоту 75 см.

4. Измерение гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта выше 75 см проводилась без ограждения.

Основная характеристика грунта и активность их на момент проведения опыта 16п приведены в таблице 3.16п.1.

Основные условия измерения гамма-фона и изменение величины гамма-фона приведены в таблице 3.16п.2.

*Выводы к опыту 16п.*

1. Радиационное излучение наибольшее на поверхности, потому и наиболее опасно.
2. При пленочном ограждении радиоактивного грунта (при направленном потоке радиационного излучения) гамма-фон выше, чем без ограждения.
3. Гамма-фон над поверхностью радиоактивного грунта, прикрытого с поверхности тонкой пленкой в 1 слой, уменьшается на 6-7%.

Таблица 3.16п.1 – Основная характеристика и активность грунта на момент проведения опыта.

Дата определения активности.	Тип грунта	Масса г	Гамма-фон. МкР/ч	Активность				
				Масса н.гр. г	Навеска. г	Фон. Бк	Активность пробы. Бк	Удельная активность Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Образец – грунта – сухой, измельченный, сито 1 мм.								
22.11.06	Радиоактивный грунт, из к-за Комсомолец, Новозыбковского р-на, из 10 см верхнего слоя	4876	110	52,95	285	68,8	3325	11425
5.01.07	Грунт с поля не-радиоактивной зоны, из 10 см верхнего слоя.	500	16	51,95	285	68,8	132,6	224

Таблица 3.16п.2 – Изменение величины гамма-фона в зависимости от высоты его измерения над поверхностью радиоактивного грунта. ( $t_{\text{воз}}^0 = +7,0^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{зем}}^0 = +1 \div 2,5^{\circ}\text{C}$ ).

№ п/п	Образец радиоактивного грунта				Ограждение по периметру	Тип прикрытия радиоактивного грунта с поверхности	Гамма-фон в МкР/час над поверхностью на высоте h, м					
	Площадь в хℓ м	Слой. h, см	Масса. кг	Удельная активность. Бк/кг			0	0,2	0,5	0,75	Выше ограждения	
											1,0	1,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,25x 0,4	5	4,8	11425	нет	Открытая поверхность	58; 64 56	20; 22 16	15; 17 21	11; 20 23	17; 17 21	18; 15 15
	То же	Среднее значение фона.					<b>59,3</b>	<b>19,3</b>	<b>17,7</b>	<b>18</b>	<b>18,3</b>	<b>16</b>
2	0,25x 0,4	5	4,8	11425	нет	Полиэтиленовая пленка в 1 слой	52; 62 52	-	18; 15 18	17; 18 21	22; 20 13	10; 21 20
	То же	Среднее значение фона.					<b>55,3</b>	<b>-</b>	<b>17,0</b>	<b>18,6</b>	<b>18,3</b>	<b>17</b>
3	0,25 x 0,4	5	4,8	11425	Пласт. мешок. h=0.75м	Открытая поверхность	70; 68 70	28; 26 23	21; 28 22	18; 19 17	19; 20 16	16; 20 17; 17
	То же	Среднее значение фона					<b>69,9</b>	<b>25,7</b>	<b>23,7</b>	<b>18</b>	<b>18,3</b>	<b>17,5</b>
4	Земля дачи	-	-	-	нет	Открытая поверхность	22:18 18	21:14	19:16	14:18	16:16	19,17
	То же	Среднее значение фона					<b>19,3</b>	<b>17,5</b>	<b>17,5</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>

**ОПЫТ 16п -1. Изменение гамма-фона на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта, прикрытого слоем нерадиоактивного грунта. (В природных условиях).**

*Исходные данные к опыту 16п-1.*

Постановка опыта 16п-1, условия, время и место проведения его полностью соответствуют опыту 16п.

В настоящем опыте проводилось изучение изменения гамма-фона над поверхностью того же радиоактивного грунта, что в опыте 16п, прикрытого с поверхности слоем нерадиоактивного грунта.

*Цель опыта 16п-1.*

- Изучить влияние экрана, из слоя нерадиоактивного грунта, на изменение гамма - фона на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта.

*Условия проведения опыта 16п-1.*

Подготовка, засыпка радиоактивного грунта в лоток, размещение его на поверхности земли в нерадиоактивных условиях и измерение гамма-фона на разной высоте над поверхностью проводились в определенной последовательности.

1. Подготовка и засыпка радиоактивного грунта в лоток остаются, без изменения, такими же, как выполнялись для опыта 16п.

2. Размещение лотка с радиоактивным грунтом на дачном участке, создание экрана над его поверхностью из слоя нерадиоактивного грунта и измерение гамма-фона с помощью дозиметра РКСБ-104 «Белвар».

- На дачном участке выкопан приямок прямоугольной формы, в плане строго по размеру лотка 40см x 25см, глубиной -35 см.

-На дно приямка, размещенный в полиэтиленовом мешке высотой 75 см, устанавливался лоток с радиоактивным грунтом.

Полиэтиленовый мешок служил ограждением вокруг радиоактивного грунта на высоту 75см, для создания направленного радиационного излучения.

- В углу лотка устанавливалась мерная рейка длиной 1,5м для контроля высоты над поверхностью радиоактивного грунта при измерении гамма-фона.

- Для создания экрана из слоя нерадиоактивного грунта использовался изъятый влажный грунт при копке приямка. Влажность грунта составила 32,3% от веса сухой почвы, удельная активность его в сухом измельченном состоянии – 224 Бк/кг (см. опыт 16п, таблица 3.16п.1).

- На поверхность радиоактивного грунта в лотке, перед созданием экрана, укладывалась полиэтиленовая пленка в 1 слой, для предотвращения смешивания соприкасающихся слоев грунта.

- Измерение гамма-фона проводилось на высоте от поверхности экрана – 0м; 0,5м; 0,75м; 1,0м; 1,5м, для пяти разных положений радиоактивного грунта:

1. Открытая поверхность – дно приямка, без пленочного ограждения на высоту – 75 см.

2. На поверхность радиоактивного грунта укладывалась тонкая полиэтиленовая прозрачная пленка в 1 слой, сверху засыпался грунт из приямка слоем 10 см и создавалось пленочное ограждение на высоту – 75 см от дна приямка.

3. То же что в п.2, сверху засыпался грунт из приямка слоем – 20см.

4. То же что в п.2, сверху засыпался грунт из приямка слоем – 30см

5. Измерение гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта выше 75 см проводилось без ограждения.

Основные условия измерения гамма-фона и изменение величины гамма-фона, в зависимости от толщины экрана и высоты измерения от поверхности, приведены в **таблице 3.16п.-1.1.**

*Выводы к опыту 16п-1.*

1. Экран из грунта слоем 30 см снижает гамма- фон до уровня естественного даже на поверхности самого экрана, т.е. при высоте измерения над поверхностью – «0».

2. Экран из грунта слоем 10 см снижает гамма- фон в 2 раза, для сравнения см. опыт 16п, таблица 3.16п.1.

3. На поверхности экрана слоем 10см и 20см, гамма – фон остается наибольшим, чем на любой другой высоте его измерения.

Таблица 3.16 п– 1.1 - Изменение величин гамма-фона в зависимости от толщины экрана на поверхности радиоактивного грунта и высоты его измерения над поверхностью.

( $t_{\text{воз}}^0=17^0$ ;  $t_{\text{зем}}^0=+(1\div 2,5\text{ C}^0)$ ).

№ п/п	Образец радиоактивного грунта				Ограждение радиоактивной площади по периметру	Тип покрытия радиоактивного грунта с поверхности	Экран из грунта. h, см	Гамма-фон в МкР/час над поверхностью на высоте h, м				
	Площадь в х л м	Слой грунта. h, см	Масса грунта. кг	Удельная активность Бк/кг				0	0,5	0,75	Выше ограждения	
											1,0	1,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Земля дачи	-	-	-	нет	Открытая поверхность	0	22;18 18	18; 16	14;1 8	16;16	19; 17
	То же	Среднее значение						<b>19,3</b>	<b>17,5</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>
2	0,25х 0,4	5	4,8	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	Полиэтиленовая пленка в1 слой	10	34;25 31	22;16 24;22	15;1 51	18; 15 20	19; 10 17
	То же	Среднее значение						<b>30</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>17,7</b>	<b>15,3</b>
3	0,25 х 0,4	5	4,8	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	Полиэтиленовая пленка в1 слой	20	28;23 20	16; 17; 20	17; 15; 17	15; 17; 16	14; 23; 16
	То же	Среднее значение						<b>23,7</b>	<b>17,6</b>	<b>16,3</b>	<b>16,0</b>	<b>17,7</b>
4	0,25х0, 4	5	4,8	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	Полиэтиленовая пленка в1 слой	30	16;17 15	15;14 17	-	12;10 23	-
	То же	Среднее значение						<b>16</b>	<b>15,3</b>	<b>-</b>	<b>15,0</b>	<b>-</b>

## **ОПЫТ 16п -2. *Изменение гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта, погружаемого под слой дождевой воды. (В природных условиях).***

*Исходные данные к опыту 16п-2.*

Постановка опыта 16п-2, условия, время и место проведения его полностью соответствуют опыту 16п.

В опыте 16п-2 проводилось изучение изменения гамма-фона над поверхностью того же радиоактивного грунта, что в опыте 16п, (прямоугольный брусок грунта (5х25х40) см, погружался под слой дождевой воды.

Для создания слоя воды над поверхностью радиоактивного грунта использовалась дюралевая емкость вместительностью – 300 литров, высотой – 1,5м, диаметром – 80 см, заполненная дождевой водой.

*Цель опыта 16п-2.*

- Изучить изменение гамма - фона исходящего с поверхности радиоактивного грунта, погруженного под слой дождевой воды.

*Условия проведения опыта 16п-2.*

Подготовка, засыпка радиоактивного грунта в лоток, погружение его под слой дождевой воды в нерадиоактивных условиях и измерение гамма-фона на поверхности воды при разной глубине его погружения, проводились в определенной последовательности.

1. Подготовка и засыпка радиоактивного грунта в лоток остаются, без изменения, такими же, как выполнялись для опыта 16п.

2. Погружение под воду лотка с радиоактивным грунтом и измерение гамма – фона с помощью дозиметра РКСБ-104 «Белвар».

- Для погружения под воду, лоток с радиоактивным грунтом герметично упаковывался в тонкий полиэтиленовый, прозрачный мешок. Из полиэтиленового мешка тщательно выпускался воздух, для предупреждения всплывания лотка с грунтом.

К дну упакованного лотка с грунтом прикреплялись тяжелые чугунные пластины. Лоток по углам оборудовался петлями из капронового шнура, необходимых для прикрепления лотка к крючкам на мерной рейке при погружении под воду.

- Глубина погружения измерялась с помощью 2-х метровой рейки с отметками через 5 см, оборудованной на каждой отметке крючком, для крепления лотка с грунтом на контрольной отметки при погружении. Рейка устанавливалась прямо внутри емкости с водой.

- Измерение гамма-фона проводилось только на уровне поверхности воды, при разной глубине погружения поверхности радиоактивного грунта – 0; 5см; 10см; 20см; 35см; 55см.

Основные условия измерения гамма-фона и изменение величины гамма-фона, в зависимости от глубины погружения под воду радиоактивного грунта, приведены в **таблице 3.16п.-2.1**.

*Выводы к опыту 16п-2.*

1. При погружении радиоактивного грунта под воду на глубину – 10 см, гамма-фон на поверхности воды становится равным естественному фону.
2. При большей глубине погружения под воду радиоактивного грунта, гамма – фон гасится слоем воды до уровня вдвое ниже, чем уровень естественного гамма-фона для данной местности.

Таблица 3.16п – 2.1 - Изменение величины гамма-фона в зависимости от глубины погружения в воду радиоактивного грунта.

( $t_{\text{воз}}^0 = +7^0$ ;  $t_{\text{воды}}^0 = +0,5^0$ ).

№ п/п	Образец радиоактивного грунта				Ограждение радиоактивной площади по периметру	Тип прикрытия радиоактивного грунта с поверхности			Бочка с водой		Гамма-фон на поверхности воды МкР/час	
	Площадь в х ℓ  м	Слой грунта  h, см	Масса грунта  кг	Удельная активность  Бк/кг		Открытая поверхность.	Полиэтиленовая пленка	Слой дождевой воды.  см	Диаметр  м	Глубина воды  м	h=0	среднее значение  h=0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Над чистой водой в бочке				нет	Открыто	-	0	0,80	1,5	12; 16 20	16
2	0,25x 0,4	5	4,5	11425	нет	Открыто	-	0	0,80	1,5	47; 68 50	55
3	0,25 x 0,4	5	4,5	11425	нет	-	Пленка 1 слой	5	0,80	1,5	20:35 28:21	26
4	0,25x0,4	5	4,5	11425	нет	-	Пленка 1 слой	10	0,80	1,5	16:15 16	15,6
5	0,25x 0,4	5	4,5	11425	нет	-	Пленка 1 слой	20	0,80	1,5	8:15 12	11,7
6	0,25x 0,4	5	4,5	11425	нет	-	Пленка 1 слой	35	0,80	1,5	14:12 12	12,7
7	0,25x 0,4	5	4,5	11425	нет	-	Пленка 1 слой	55	0,80	1,5	9:9 10	9,3

### **ОПЫТ 16п -3. Изменение гамма-фона на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта прикрытого слоем снега.**

*Исходные данные к опыту 16п-3.*

Опыт по изучению гамма-фона, проводился над поверхностью небольшого количества радиоактивного грунта, размещенного под слоем снега, в естественных природных условиях нерадиоактивной зоны – п. Кокино, Выгоничского р-на.

Опыт 16п-3 проводился в середине первого месяца весны, когда снег уже не лежал сплошным ковром на поверхности, при температуре на снегу – 0°С и над поверхностью 1,5-2,0 м + 10°С, дул холодный ветер, солнце то выходило, то пряталась за тучами.

Снежный отвал высотой до 1 м на площади (4х5)м, собранный бульдозером при очистке асфальтированной площади, использовался в качестве заснеженного участка в нерадиоактивных условиях и для создания экрана над поверхностью радиоактивного грунта.

Радиоактивный грунт общей массой – 4,97кг, со средней удельной активностью – 3365 Бк/кг, отбирался из разных точек почвенного слоя, с глубины до 35см, на существующей осушительной системе в к-зе «Комсомолец», Новозыбковского района. Гамма-фон в естественных условиях на поверхности земли в момент отбора проб грунта составлял – 49-56 мкР/час.

Для измерения гамма-фона использовался дозиметр типа РКСБ-104-«Белвар». Емкость, для засыпки радиоактивного грунта, использовалась та же, что в опыте 16п. – пластмассовый, сетчатый лоток с отверстиями 3х5см, высотой – 10 см, размер лотка в плане (25 х 40)см.

*Цель опыта 16п-3.*

- Изучить изменение гамма - фона радиационного излучения на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта под слоем снега.

*Условия проведения опыта 16п-3.*

Подготовка, засыпка радиоактивного грунта в лоток, устройство экрана на его поверхности из снега в нерадиоактивных условиях и измерение гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта проводились в определенной последовательности.

1. Подготовка и засыпка радиоактивного грунта в лоток остаются без изменения, такими же, как выполнялись для опыта 16п.

Общая масса радиоактивного грунта 4,97кг, с первоначальной удельной активностью – 3365 Бк/кг засыпалась в лоток слоем 5,0 см.

2. Размещение лотка с радиоактивным грунтом на заснеженном участке в нерадиоактивных условиях, создание экрана над его поверхностью и измерение гамма – фона с помощью дозиметра РКСБ-104»Белвар».

- На заснеженном участке отгребался снег от середины отвала для создания углубления прямоугольной формы в снежном сугробе и в плане строго по размеру лотка 40см x 25см.

- Прямо на дно углубления размещался лоток с радиоактивным грунтом. Глубина снежного сугроба под дном лотка с грунтом 40÷60см, глубина снежного покрова на асфальтированной площадке, вокруг отвала из снега на расстоянии 2-3м, составляла – 30 см.

- Ограждение из полиэтиленовой пленки вокруг лотка с грунтом не устраивалось в настоящем опыте 16п-3.

- В углу лотка устанавливалась мерная рейка длиной 1,5м для контроля высоты над поверхностью радиоактивного грунта при измерении гамма-фона.

- На поверхность радиоактивного грунта в лотке, перед созданием экрана, укладывалась полиэтиленовая пленка в 1 слой, для предотвращения смешивания снега и грунта.

- Измерение гамма-фона проводилось над экраном из слоя снега на высоте – 0; 0,2м; 0,5м; 0,75м; 1,0м; 1,5м для пяти положений:

1. Гамма –фон от поверхности асфальтированной площадки без снега.
2. Гамма –фон от поверхности асфальтированной площадки, прикрытой слоем слежавшегося снега – 30см.
3. Гамма –фон над радиоактивным грунтом под слоем снега – 10см.
4. Тоже, что в п.3 – под слоем снега – 20 см.
5. Тоже, что в п.3 – под слоем снега – 30см.

Основные условия измерения гамма-фона и изменение величины гамма-фона, в зависимости от толщины экрана и высоты измерения его от поверхности радиоактивного грунта, приведены в таблице 3.16п.-3.1.

#### *Выводы к опыту 16п-3.*

1. Слой снега пористый и поэтому менее интенсивно гасит гамма- фон чем такой же слой воды.

Слой воды – 10 см полностью гасит гамма-фон до естественного уровня данной местности (см. опыт 16п-2).

Слой снега – 20 см полностью гасит гамма-фон до естественного уровня данной местности (см. опыт 16п-3).

2. Величина гамма-фона, в зависимости от высоты измерения над поверхностью радиоактивного грунта, варьирует и на его величину влияет солнечное освещение, наличие ветра.

Появление солнца из-за тучи, даже на миг, ведет к повышению показателей гамма фона и наоборот (см. таблицу 3.16п-3.1).

При измерении гамма-фона отсутствовало пленочное ограждение вокруг лотка с радиоактивным грунтом, которое создает направленный поток радиационного излучения.

Таблица 3.16п – 3.1 - Изменение гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта в зависимости от толщины снежного экрана и высоты измерения.

(Пасмурное утро  $t_{\text{воз}}^0 = 10^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{на снегу}}^0 = 0^{\circ}\text{C}$ .)

№ п/п	Образец радиоактивного грунта				Тип прикрытия радиоактивного грунта с поверхности			Гамма-фон в МкР/час над поверхностью на высоте h, м					
	Площадь в х ℓ  см	Слой грун- та.  h, см	Масса грун- та.  кг	Удель- ная актив- ность.  Бк/кг	Откры- тая поверх- ность.	Тонкая полиэ- тиле- новая пленка	Экран из слоя снега.  h, см	0	0,2	0,5	0,75	1,0	1,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Чистый асфальт	-	-	-	Открытая	нет	-	н.с 17 18, 17	-	-	-	-	-
	То же	Среднее значение						<b>17,5</b>	-	-	-	-	-
2	Снег на асфальте 30см	-	-	-	Открытая	нет	-	с.13; 14; 18; 20	с 16; 12; 13	с 15; 8; 15	с 16; 11; 13	с 16; 17; 21	с 18; 14
	То же	Среднее значение						<b>16,3</b>	<b>13,7</b>	<b>12,7</b>	<b>13,3</b>	<b>18</b>	<b>16</b>
3	Рад. грунт 25 х 40 см	5	4,97	3365	-	Пленка 1 слой	10	19;19 19;19	с 18; 20 11;12	с 16; 13 18	-	н.с 11; 23; 20	н.с 13; 11; с15
	То же	Среднее значение						<b>19</b>	<b>14,2</b>	<b>15,7</b>	-	<b>18</b>	<b>13</b>
4	Рад. грунт 25 х 40 см	5	4,97	3365	-	Пленка 1 слой	20	с.14; н.с.10; 17,15	н.с. 11;19; 12	н.с. 16; 21, 15	-	с. 18; н.с.12; 12	н.с15; 11;15
	То же	Среднее значение						<b>14</b>	<b>14</b>	<b>17,3</b>	-	<b>14</b>	<b>13,7</b>
5	Рад. грунт 25 х 40 см	5	4,97	3365	-	Пленка 1 слой	30	12; 15 13; с.19	н.с. 8; 15;14	н.с.15 с.23;10;15	-	н.с.18 10, 9	16, 17 н.с. 13
	То же	Среднее значение						<b>14,8</b>	<b>12,3</b>	<b>15,8</b>	-	<b>12,3</b>	<b>15,3</b>

**ОПЫТ 16-4. Изменение гамма-фона на разной высоте над открытой поверхностью радиоактивного грунта. (В комнатных условиях).**

*Исходные данные к опыту 16-4.*

Опыт по изучению гамма-фона, проводился над поверхностью небольшого количества радиоактивного грунта, размещенного в комнате площадью  $10\text{ м}^2$ , в условиях, где хранилось множество образцов радиоактивного грунта упакованных в полиэтиленовые мешки и где проводилась их распаковка при необходимости.

В настоящем опыте для исследования использовался радиоактивный грунт тот же, что в опыте 16п, общей массой 4,5 кг с удельной активностью 11435 Бк/кг.

Опыт 16-4 проводился в комнатных условиях при освещении лампами дневного света, при температуре  $19^{\circ}\text{C}$ .

Для измерения гамма-фона использовался дозиметр типа РКСБ-104-«Белвар».

Радиоактивный грунт засыпан в пластмассовый прямоугольный сетчатый лоток с отверстиями (3х5) см, высота – 10 см, размер лотка в плане (25см х 40см).

*Цель опыта 16-4.*

- Изучить изменение гамма-фона на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта в замкнутом пространстве, при постоянном освещении и одинаковых температурных условиях, без сквозняков и ветра.

*Условия проведения опыта 16-4.*

Подготовка, засыпка радиоактивного грунта в лоток, размещение его в комнатных условиях и измерение гамма-фона на разной высоте над поверхностью проводились в определенной последовательности.

1. Подготовка и засыпка радиоактивного грунта в лоток слоем 5см остаются без изменения, такими же, как выполнялись для опыта 16п.

Для создания в лотке слоя грунта – 10см, площадь засыпки лотка уменьшали вдвое с помощью пластмассовой перегородки.

Радиоактивный грунт массой 4,5 кг засыпался в тот же лоток на уменьшенной площади 0,25м х 0,2м, вместо 0,25м х 0,4м.

2. Размещение радиоактивного грунта засыпанного в лоток в комнатных условиях и измерение гамма-фона с помощью дозиметра РКСБ-104 «Белвар».

- Лоток с радиоактивным грунтом, помещенный в полиэтиленовый мешок высотой 75см, устанавливался на кафельный пол.

Полиэтиленовый мешок служил ограждением вокруг радиоактивного грунта по периметру лотка, высотой – 75 см, для создания направленного ра-

диационного излучения при измерении гамма-фона. При необходимости полиэтиленовый мешок снимался.

- В углу лотка устанавливалась мерная рейка длиной 1,5м, для контроля высоты над поверхностью радиоактивного грунта при измерении гамма-фона.

- Измерение гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта, слоем 5см с площади 0,25м x 0,4м и слоем 10см с площади 0,25м x 0,2м, проводилось на разной высоте -0; 0,2м; 0,5м; 0,75м; 1,0м; 1,5м, для пяти положений радиоактивного грунта:

1. Открытая поверхность радиоактивного грунта без пленочного ограждения на высоту – 75 см.

2. На поверхность радиоактивного грунта укладывалась тонкая полиэтиленовая прозрачная пленка, без пленочного ограждения на высоту – 75 см.

3. Открытая поверхность радиоактивного грунта с пленочным ограждением на высоту 75 см.

4. На поверхности радиоактивного грунта укладывалась тонкая полиэтиленовая прозрачная пленка в 1 слой, с пленочным ограждением на высоту – 75 см.

5. Измерение гамма-фона над поверхностью выше 75 см проводилось без пленочного ограждения.

Основные условия измерения гамма-фона и изменение величины гамма-фона, в зависимости от высоты измерения над поверхностью и толщины слоя радиоактивного грунта, приведены в **таблице 3.16 – 4.1**.

#### *Выводы к опыту 16-4.*

1. При наличии пленочного ограждения, т.е. при направленном радиационном излучении, значения гамма-фона выше, чем без него при любой толщине радиоактивного грунта (и 5 см и 10см).

2. Величина гамма-фона, измеряемая на поверхности радиоактивного грунта на высоте равной –«0», независимо от площади радиационного излучения, всегда выше при большей толщине слоя радиоактивного грунта (см. таблицу 3.16-4.1, графа -10).

3. На величину гамма-фона, измеряемую с поверхности одного и того же радиоактивного грунта на высоте более 0,2м (0,2м ÷ 1,5м), влияет занимаемая им площадь радиационного излучения а не толщина слоя радиоактивного грунта (см. **таблицу 3.16-4.1, графы 11-15, строки 3 и 6**).

Радиоактивный грунт массой 4,5кг с первоначальной активностью 11425 Бк/кг, расположенной на одной и той же площади (0,25мx0,4м), огражденной пленкой по периметру на высоту 0,75м, при засыпке в лотке слоем 5см и 10см, соответственно, с площадью радиационного излучения (0,25м x 0,4м) и (0,25м x 0,2м), создает наибольший гамма-фон над лотком с грунтом слоем – 5 см, при измерении его на высоте более 0,2м (0,2м – 1,5м).

Таблица 3.16 – 4.1 - Изменение величины гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта в зависимости от его толщины и высоты измерения от поверхности (комнатные условия. ( $t_{\text{ком}}^0 = +19^0\text{C}$ )).

№ п/п	Образец радиоактивного грунта				Тип ограждение образца грунта по периметру	Тип прикрытия радиоактивного грунта с поверхности		Тип освещения	Гамма-фон в МкР/час над поверхностью на высоте h, м						
	Площадь в х л	Слой грунта.	Масса грунта.	Удельная активность.		Открытая поверхность.	Полиэтиленовая пленка		0				Выше ограждения		
									0	0,2	0,5	0,75	1,0	1,5	
м	h, см	кг	Бк/кг	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	
1	0,25x 0,4	5	4,5	11425	нет	Открыт.	-	Освещение лампами дневного света	60;46 55;50	17; 22 26	17; 17 20	10; 14 16	18; 16 14;21	16; 13 19	
	То же	Среднее значение							<b>52,8</b>	<b>21,7</b>	<b>18</b>	<b>13,3</b>	<b>17,3</b>	<b>16</b>	
2	0,25x 0,4	5	4,5	11425	нет	-	Пленка 1 слой		49;47 53	18;25 30	15; 11 8	11; 21 21	15; 18 11	11; 21 19	
	То же	Среднее значение							<b>49,7</b>	<b>24,3</b>	<b>11,3</b>	<b>17,7</b>	<b>14,7</b>	<b>18,3</b>	
3	0,25 x 0,4	5	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	Открыт.	-		65;60 53;44	19; 20 20	16; 16 25	28; 19 18	19; 15 13	16; 21 17	
	То же	Среднее значение							<b>55,5</b>	<b>19,7</b>	<b>19</b>	<b>21,7</b>	<b>15,7</b>	<b>18</b>	
4	0,25x0,4	5	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	-	Пленка 1 слой		51;58 51	15;24 21	16;15 10	17;11 10	16;14 12	12;18 17	
	То же	Среднее значение							<b>53,3</b>	<b>20</b>	<b>13,7</b>	<b>12,7</b>	<b>14</b>	<b>15,7</b>	
5	0,25x 0,2	10	4,5	11425	нет	Открыт.	-		Освещение лампами дневного света	71;61;55 66;59;68	23;20;18 13;27	16;27 12;15	16;10 15	20;15 21	9;6;17 13
	То же	Среднее значение								<b>63,3</b>	<b>20,2</b>	<b>17,5</b>	<b>13,7</b>	<b>18,7</b>	<b>11,3</b>
6	0,25x 0,2	10	4,5	11425	нет	-	Пленка 1 слой	68;56 48;58		17;20 16	15;14 12	12;17 17	13;11 15	17;13 9	
	То же	Среднее значение						<b>57,5</b>		<b>17,7</b>	<b>13,7</b>	<b>15,3</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	
7	0,25x 0,2	10	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	Открыт	-	69;66 56;70		24;12 18;20	15;19 17	9;17 12	13;14 9	10;15 15	
	То же	Среднее значение						<b>67,8</b>		<b>18,5</b>	<b>17</b>	<b>12,7</b>	<b>12</b>	<b>13,3</b>	
8	0,25x 0,2	10	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	-	Пленка 1 слой	64;62 69;70		21;22 13;24	16;19 21	19;24 17	19;7 18	15;18 14	
	То же	Среднее значение						<b>66,3</b>		<b>20</b>	<b>18,7</b>	<b>18</b>	<b>14,7</b>	<b>15,7</b>	

**ОПЫТ 16-5. Изменение гамма-фона на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта прикрытого слоем нерадиоактивного грунта. (В комнатных условиях).**

*Исходные данные к опыту 16-5.*

Постановка опыта 16-5, условия, время и место проведения его полностью соответствуют опыту 16-4.

В опыте 16-5 проводилось изучение гамма-фона над поверхностью того же радиоактивного грунта, что в опыте 16-4, прикрытого с поверхности экраном из слоя сухого нерадиоактивного грунта.

Для создания экрана использовался грунт с дачного участка, отобранный из верхнего 10см почвенного слоя. Грунт легкосуглинистый, темно-серый, с растительными остатками, с первоначальной удельной активностью в сухом измельченном виде – 224 Бк/кг (**см. таблицу 3.16п.1, опыт 3.16п).**

*Цель опыта 16-5.*

- Изучить изменение гамма-фона на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта, прикрытого экраном из нерадиоактивного грунта в замкнутом пространстве, при постоянном освещении, при одинаковых температурных условиях, без сквозняков и ветра.

*Условия проведения опыта 16-5.*

Подготовка, засыпка радиоактивного грунта, размещение его в комнатных условиях, создание экрана из нерадиоактивного грунта и измерение гамма-фона на разной высоте над поверхностью проводились в определенной последовательности.

1. Подготовка и засыпка радиоактивного грунта в лоток слоем 5см и 10 см остаются без изменения, такими же, как выполнялись для опыта 16-4.

2. Размещение радиоактивного грунта засыпанного в лоток в комнатных условиях и создание экрана из нерадиоактивного грунта на поверхности и измерение гамма-фона с помощью дозиметра РКСБ-104 «Белвар».

- Размещение лотка с засыпанным радиоактивным грунтом в комнатных условиях оставались без изменения такими, как выполнялись для опыта 16-4.

- Для создания экрана на поверхности радиоактивного грунта, стенки лотка наращивались на высоту 30см над поверхностью радиоактивного грунта, с помощью дополнительной коробки из бумажного картона.

Лоток с грунтом размещался внутри коробки общей высотой – 35см, размеры в плане 27см x 45см.

Коробка с размещенным в ней лотком и радиоактивным грунтом помещалась в полиэтиленовый мешок высотой 75см.

- На поверхность радиоактивного грунта в лотке, перед созданием экрана, укладывалась полиэтиленовая пленка в 1 слой, для предотвращения смешивания соприкасающихся слоев грунта.

- Экран, насыпаемый из слоя грунта, не уплотнялся.

- Измерение гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта, слоем 5см с площадью радиационного излучения 0,25м x 0,4м и слоем 10см с площадью 0,25м x 0,2м, проводилось на разной высоте – 0; 0,2м; 0,5м; 0,75м; 1,0м; 1,5м, для 5-и положений радиоактивного грунта:

1. Открытая поверхность грунта с дачи, слой грунта 30см.
2. На поверхности радиоактивного грунта укладывалась тонкая, прозрачная, полиэтиленовая пленка в 1 слой, сверху засыпался грунт с дачи слоем 10 см и создавалось пленочное ограждение на высоту 75 см от кафельного пола.
3. То же что в п.2, сверху засыпался грунт с дачи слоем – 20см.
4. То же что в п.2, сверху засыпался грунт с дачи слоем – 30см.
- 5 Измерение гамма-фона над поверхностью грунта выше 75 см проводилось без ограждения.

Основные условия измерения гамма-фона и изменение величины гамма-фона, в зависимости от толщины экрана и высоты измерения от поверхности, приведены в **таблице 3.16 – 5.1.**

*Выводы к опыту 16-5.*

1. Экран из нерадиоактивного грунта толщиной 10см снижает гамма-фон на поверхности радиоактивного грунта в 2,2 раза (см. таблицу 3.16-4.1, строка 4, опыт 16-4 и таблица 3.16-5.1, строка 2, опыт 16-5).
2. Величина гамма-фона, измеряемая на поверхности одного и того же грунта, покрытого экраном из слоя нерадиоактивного грунта толщиной 10см, 20см, на высоте равной –«0», независимо от площади радиационного излучения, всегда выше при большей толщине слоя радиоактивного грунта (см. таблицу 3.16-5.1, графа -10).
3. Величина гамма-фона, измеренная над радиоактивным грунтом на высоте более 1,5м в комнатных условиях (в замкнутом пространстве) увеличена по сравнению с гамма-фоном на высоте 0,2÷1,0м.
4. Экран из грунта необходимо уплотнять для более интенсивного снижения гамма-фона.

Таблица 3.16 – 5.1 - Изменение гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта в зависимости от высоты измерения и толщины грунтового экрана. (Комнатные условия при температура - 19<sup>0</sup>С).

№ п/п	Образец радиоактивного грунта				Ограждение радиоактивной площади по периметру	Тип прикрытия радиоактивного грунта с поверхности		Экран из слоя грунта  см	Гамма-фон в МкР/час над поверхностью на высоте h, м						
	Площадь в х ℓ  м	Слой грунта.  h, см	Масса грунта.  кг	Удельная активность.  Бк/кг		Открытая поверхность.	Полиэтиленовая пленка		0	0,2	0,5	0,75	Выше ограждения		
													1,0	1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Земля парка 0,25х0,4	30			нет	Открыт.	-		18; 9 11; 17; 13	14; 16 27;19	12; 13 16	19; 13 17	12; 13 13	10; 15 13	
	Среднее значение								<b>13,6</b>	<b>19</b>	<b>13,7</b>	<b>16,3</b>	<b>12,6</b>	<b>12,7</b>	
2	0,25х 0,4	5	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	-	Пленка 1 слой	10	17;22 22	12;18 14	18; 15 17	16; 17 17	16; 17 14	26; 19 12	
	То же	Среднее значение							<b>20,3</b>	<b>14,7</b>	<b>16,7</b>	<b>16,7</b>	<b>15,7</b>	<b>19</b>	
3	0,25 х 0,4	5	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	-	Пленка 1 слой	20	18;22 13:24	13; 21 11	7; 17 21	9; 10 16	16; 13 9	17; 17 16	
	То же	Среднее значение							<b>19,3</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>11,7</b>	<b>12,7</b>	<b>16,7</b>	
4	0,25х0,4	5	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	-	Пленка 1 слой	30	18;12 16:28	11;17 12	13;16 15	15;17 12	14;14 16	22;22 23	
	То же	Среднее значение							<b>18,5</b>	<b>13,3</b>	<b>14,7</b>	<b>14,7</b>	<b>14,7</b>	<b>22,3</b>	
5	0,25х 0,2	10	4,5	11425	нет	-	Пленка 1 слой	10	20;21 19						
	То же	Среднее значение							<b>20,7</b>						
6	0,25х 0,2	10	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	-	Пленка 1 слой	10	25;23 18	14;16 18	18;14 23	18;16 23	21;16 17	18;18 18	
	То же	Среднее значение							<b>22,0</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	
7	0,25х 0,2	10	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	-	Пленка 1 слой	20	23;19 17	16;16 14	14;21 13	16;13 13	15;11 21	20;10 23:14	
	То же	Среднее значение							<b>20,5</b>	<b>15,3</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>15,7</b>	<b>16,8</b>	
8	0,25х0,2	10	4,5	11425	Пласт. мешок. h=0,75м	-	Пленка 2 слой	30	11;16 14;22						
	Среднее значение								15,7						

**III 3.8 Перераспределение радионуклидов цезия-137 по вертикальному профилю сухого грунта при рыхлении.**  
**ОПЫТЫ: 20-V; 20-VI.**

**ОПЫТ 20-V *Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 по вертикальному профилю сухого легкосуглинистого грунта слоем 13,5 см, при механическом рыхлении на всю глубину.***

*Исходные данные к опыту 20-V.*

Для опыта 20-V грунт отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя на бывшем орошаемом овощном участке в ОПХ «Волна революции» Новозыбковского района, пос. Глыбочко, из 4-х точек, общей массой-1310г (см. Часть III.2.4, опыт 10п, ств. I; точки отбора 1, 4, 5, 6).

Почвы дерново-подзолистые, легкосуглинистые.

Для засыпки и создания слоя грунта глубиной 13,5 см использовался цилиндрический, пластмассовый сосуд диаметром 10см, высотой 20см, без отверстий в дне и стенках сосуда, (у пластмассовой 2,5 литровой бутылки срезана верхняя суженая часть).

Рыхление слоя грунта на всю глубину проводилось боронованием, вертикальным рыхлением вращающейся лопастью и перемешиванием грунта методом пересыпания в закрытом сосуде из конца в конец.

*Цель опыта 20-V.*

- Изучить распределение радионуклидов цезия-137 в слое сухого легкосуглинистого грунта при механическом рыхлении его и установить изменение активности грунта по глубине, в зависимости от создавшейся плотности насыпного грунта, после рыхления

*Условия проведения опыта 20-V.*

Подготовка и засыпка грунта в цилиндрический сосуд, рыхление и изъятие грунта по слоям из сосуда, определение средней массы насыпного грунта в 50мл емкости и активности его по слоям, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла (способа) рыхления.

**1. Подготовка, засыпка грунта в сосуд, изъятие его по слоям и определение активности.**

- Грунт отобранный из точек 1, 4, 5, 6, соответственно массой 286г, 345г, 338г, 346г, высушивался, измельчался и просеивался через сито 1мм 8.10.07г (см. Часть III.3.2, опыт 10). Подготовленный грунт, до начала опыта 20-V, хранился в полиэтиленовых мешках, в комнатных условиях 261 суток (с 8.10.07г до 29.05.08г).

Физические показатели грунта такие, как естественная влажность, масса (плотность) насыпного грунта, изменяются при длительном хранении и вли-

яют на показатели радиометра по активности цезия-137. Активность подготовленного грунта проверялась повторно для каждой точки, без дополнительной сушки на нагревательных приборах.

- Сухой грунт, после хранения в течении 261 суток и проверенный вновь на активность, засыпался по слоям в цилиндрический сосуд в следующей последовательности:

сл.1 (верхний) – грунт т.6; сл.2 – грунт т.5;

сл.3 – грунт т.4; сл.4 (нижний) – грунт т.1. (см. таблицу 20-V).

- Поверхность каждого слоя грунта выравнивалась, перед засыпкой следующего слоя, торцом линейки без встряхиваний, чтобы избежать уплотнения.

Выравнивание слоев грунта проводилось по горизонтальным меткам на стенках сосуда.

- Засыпанный грунт в сосуд общим слоем 13,5см, в виде 4-х отдельных слоев, рыхлился, перемешивался в сосуде на всю глубину создавшегося слоя.

- После каждого цикла рыхления, грунт извлекался из сосуда через верх черпаком, в виде 4-х слоев, равных по массе первоначально засыпанным. Масса извлекаемого грунта каждого слоя контролировалась, ориентируясь на горизонтальные риски на внешней стороне сосуда, с последующим взвешиванием на электронных весах с точностью 0,01г.

- Активность определялась на радиометре РУБ-01Пб для каждого слоя в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навесками массой 200г, после каждого цикла рыхления.

- Средняя масса насыпного грунта (плотность насыпного грунта) в 50 мл емкости определялась для каждого слоя, после каждого цикла рыхления.

## 2. Рыхление грунта.

- Перед началом каждого цикла рыхления, грунт в сосуд засыпался по слоям в той же последовательности, как его изъяли в предыдущем цикле.

- В опыте 20-V проведено 11 циклов рыхления с применением разных способов рыхления.

В цикле 1 – рыхление проводилось лопастью из металлического прута длиной 30 см, (прут d=5мм, сложен в 2 ряда, расстояние между рядами 3 см). Лопастью прокалывался слой грунта 13,5 см в 20 местах, с поворотом лопасти вокруг оси один раз в каждой точке.

В цикле 2 и 9 – рыхление проводилось деревянной линейкой длиной – 30 см, (ширина – 2,5см). Линейкой прокалывался слой грунта 13,5 см в 20 точках, с поворотом линейки вокруг оси один раз в каждый точке.

В циклах 3, 4, 7,8 – рыхление проводилось в закрытом цилиндрическом сосуде. Цилиндрический сосуд высотой – 20см нарастили до высоты 40см. Для наращивания использовался другой сосуд, аналогичный по размерам основному, (у пластмассовой 2,5 литровой бутылки, срезалась придонная часть). Приготовленный сосуд с крышкой легко и плотно соединялся с основным сосудом способом раструбного соединения.

Для рыхления грунт пересыпался в наращенном закрытом сосуде из конца в конец, при вращении сосуда вокруг оси, с наклоном в сторону пере-

сыпания грунта. Одно пересыпание заканчивалось, когда грунт возвращался в исходное положение. В одном цикле проводилось – 20 пересыпаний.

В цикле 5 – рыхление грунта выполнялось в виде глубокого боронования длинным стержнем прямоугольного сечения 0,4x0,4мм. Слой грунта 13,5 см боронился в плане вдоль и поперек по 8 проходов и 6 проходов по кругу, параллельно стенкам цилиндрического сосуда.

В цикле 6 – рыхление грунта выполнялось металлической лопастью в виде рожка для обуви, длиной 20см, расширяющегося от верха к низу от 2,0 см до 4,7см. Лопастью прокалывался слой грунта 13,5 см в 5 точках с поворотом лопасти по 5 раз вокруг своей оси.

В циклах 10 и 11 – 4-е слоя грунта перемешивались в полиэтиленовом мешке в течении 2-х минут и смесь высыпалась в сосуд слоем 13,5 см, поверхность слоя выравнивалась торцом линейки и проводилось изъятие грунта по слоям.

Основные условия проведения опыта по рыхлению и показатели изменения активности грунта, после каждого цикла рыхления, приведены в **таблице 3.20-V**.

*Выводы к опыту 20-V.*

1. Почти при любом вертикальном рыхлении активность верхнего слоя оставалась наибольшей по сравнению с нижними слоями. При первоначальной засыпке активность верхнего слоя была наибольшая.
2. Активность по всем 4-м слоям почти выровнялась при рыхлении в закрытом, наращенном сосуде до высоты 40см. При пересыпке грунта из одного конца сосуда в другой происходило тщательное перемешивание грунта всех слоев (см. цикл 3 и 4).
3. В циклах 7, 8 – при рыхлении слоев грунта тоже в закрытом наращенном сосуде, но при возвращении грунта только в одну сторону (к нижнему слою 4), активность верхних слоев возросла, и нижних уменьшилась. Более тяжелые частицы грунта (песок) и менее активные, при возвращении перемешенного грунта быстрее просыпаются на дно, а более мелкие пылеватые частицы и более активные, при пересыпке грунта к нижнему слою, находятся в плавающем состоянии в воздухе и опускаются на дно в последнюю очередь, поэтому верхний слой грунта, при этом способе рыхления, имеет наибольшую активность.
4. В циклах 10 и 11, при обычной засыпке хорошо перемешанных слоев грунта в сосуд, активность верхних слоев больше нижних, по той же причине, что в опыте 7 и 8, т.е. мелкие (пылеватые) частицы почвы при засыпке в сосуд сверху, находятся в распыленном плавающем состоянии, а тяжелые частицы под собственным весом быстро падают на дно.
5. Активность по слоям, после каждого способа рыхления, находится в прямой зависимости от средней массы насыпного грунта (от плотности насыпного грунта). Для слоя с наибольшей массой насыпного грунта – активность наименьшая и наоборот для слоя с наименьшей массой насыпного грунта – активность наибольшая.

6. Вспашку, боронование, дискование, рыхление почвенного слоя следует проводить при влажной поверхности, чтобы не образовывалась облако пыли.

Образовавшееся облако пыли оседая на поверхность, способствует повышению активности верхнего 1-4 см слоя почвы.

Таблица 3.20-V – Перераспределение радионуклидов цезия – 137 по вертикальному профилю после механического рыхления сухого легкосуглинистого грунта на всю глубину.

Дата определения активности.	№ цикла рыхления	Слой грунта в сосуде			Активность сухого грунта						Примечание
		№ слоя	Глубина нараст. итогом h, см	Масса. г	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Актив-ность навески. Бк	Удель-ная актив-ность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Начало Грунт из опыта 10п, ств. I т.1, т.4, т.5, т.6											
8.10.07	т.6	1	2,5	286	200	46,85	65,1	452	1937		
	т.5	2	4	345	200	46,75		417	1760		
	т.4	3	3	338	200	46,85		424	1794		
	т.1	4	5	346	200	48,85		375	1550		
Сухой грунт каждого слоя хранился в пласт. Мешке – 261 сутки (с 8.10.07г до 29.05.08г).											
29.05.08	т.6	1	2,5	286	200	50,85	65,1	441,4	1881	-56	
	т.5	2	4	344	200	50,75		408,3	1716	-44	
	т.4	3	3	336,3	200	50,05		406,7	1708	-86	
	т.1	4	4,5	344,2	200	50,75		363,9	1494	-59	
	Цикл 1	Прокол слоя грунта лопастью из прута в 20 местах, с поворотом вокруг оси 1 раз.									
29.05.08		1	13,5	286,2	200	53,90	65,1	413,6	1743	-138	Грунт при рыхлении уплотнился, слой уменьшился на 1 см.
		2	11,5	343,8	200	53,62		412,5	1737	+21	
		3	7,5	336,4	200	53,61		404,8	1698	-10	
		4	4,5	342,5	200	53,79		364,9	1496	+2	
29.05.08	Цикл 2	Прокол слоя грунта деревянной линейкой в 20 местах, с поворотом вокруг оси 1 раз.									
		1	13,2	285	200	53,75	65,1	407,9	1714	-29	Грунт при рыхлении уплотнился, слой уменьшился на 0,5 см.
		2	10,5	343,3	200	54,67		406,5	1707	-30	
		3	7,3	336,2	200	55,10		398,6	1668	-30	
		4	4,5	341,9	200	55,14		365	1499	+3	
Пересыпка грунта в закрытом наращенном сосуде – 20 раз с возвращением грунта то к слою 1, то к слою 4											
20.05.08	Цикл 3	1	12,8	285,2	200	54,75	65,1	397	1660	-54	Грунт после пересыпки не уплотнился, остался 12,8 см.
		2	10,3	343,3	200	55,40		389,2	1621	-86	
		3	7,0	336,9	200	55,63		394,4	1646	-22	

продолжение таблицы 3.20-V.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		4	4,5	338,9	200	54,95		393,1	1640	+141	
30.05.08	Цикл 4	1	12,8	284,5	200	55,25	65,1	401,4	1681	+21	
		2	10,2	343,0	200	55,65		386,3	1606	-15	
		3	7,0	335,5	200	55,48		390,9	1625	-21	
		4	4,5	335,4	200	55,81		391,8	1634	-6	
		Глубокое боронование слоя грунта стержнем 0,4x0,4 см, в плане вдоль и поперек по 8 раз и 6 раз по кругу.									
31.05.08	Цикл 5	1	11,5	284,5	200	55,77	65,1	396,5	1657	-24	
		2	10	343	200	55,83		390,2	1625	+19	
		3	7	335,0	200	56,32		392,5	1637	+12	
		4	4,5	334	200	56,18		398,7	1668	+34	
		Грунт рыхлили на всю глубину металлической лопастью, расширенной к низу от 2 до 4,7 см, длиной – 20 см. в 5-ти местах прокололи грунт с поворотом лопасти вокруг оси – 5 раз.									
31.05.08	Цикл 6	1	11,5	284,5	200	55,83	65,1	394,1	1645	-12	Слой грунта осел на 1 см после рыхления, был 12,5 см.
		2	10	343	200	55,98		389,9	1624	-1	
		3	7,0	335	200	56,25		396,8	1659	+22	
		4	4,5	331	200	56,48		389,3	1621	-47	
		Пересыпка грунта в закрытом наращенном сосуде по 20 раз с возвращением грунта только к слою 4.									
3.06.08	Цикл 7	1	12,3	284,5	200	54,82	65,1	418,6	1759	+114	Слой грунта уплотнился, на 0,2 см, был 12,5 см.
		2	10	343	200	54,64		388,7	1619	-5	
		3	7	335	200	57,43		371,7	1533	-126	
		4	4,5	329	200	57,73		373,6	1543	-78	
3.06.08	Цикл 8	1	12,5	284,5	200	55,51	65,1	400,6	1677	-82	Слой грунта не уплотнился, был 12,5 см.
		2	10	343	200	56,88		387,5	1612	-7	
		3	7,0	335	200	57,50		378,8	1569	+36	
		4	4,5	325	200	57,76		380,2	1575	+32	
		Грунт засыпан по слоям, рыхление вертикальное, длиной линейкой, шириной 2,5 см, в 10 местах – по 10 вращений вокруг оси, в середине 1 раз – 20 вращений вокруг оси, прокол только 1 раз.									
7.06.08	Цикл 9	1	12,3	284,5	200	55,97	65,1	400,5	1677	+0	
		2	10	343	200	56,96		389,8	1324	+12	
		3	7,0	335	200	58,14		383,3	1591	+22	
		4	4,5	324	200	57,77		379,6	1572	-3	

продолжение таблицы 3.20-V.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Все слои грунта перемешивали в полиэтиленовом мешке в течении 2 минут и засыпали в сосуд без рыхления.									
16.06.08	Цикл 10	1÷4	12,5	1276	-	57,50	-	-	-	-	-
		1		284,5	200	57,53	65,1	-	-	-	
		2		343	200	57,49	-	-	-	-	-
		3		335	200	57,07	-	-	-	-	-
		4		318,7	200	57,33	-	-	-	-	-
17.06.08	Цикл 11	1÷4	12,5	1276	-	-	-	-	-	-	
		1		284,5	200	57,05	65,1	383	1590	-87	
		2		343	200	57,25		382,2	1586	-38	
		3		335	200	57,24		380,7	1578	-13	
		4		318,7	200	57,28		376,6	1558	-14	

## **ОПЫТ 20-VI    *Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 по вертикальному профилю сухого супесчаного грунта слоем 7,5 см при механическом рыхлении на всю глубину.***

*Исходные данные к опыту 20-VI.*

Для опыта 20-VI грунт отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя на неорошаемом дачном участке товарищества Г.Т.П., п. Людково, пригород г. Новозыбков, из 2-х разных точек ( т.1, т.2, окраина ГТП, см. опыт 17п, Часть Ш.2.3).

Почвы дерново-подзолистые, в т.1- грунт супесчаный с растительными остатками, общей массой 355г, в т.2 – грунт супесчаный, пылеватый (мелкий речной песок), общей массой 368г.

Для засыпки и создания слоя грунта глубиной 7,5 см применялся тот же цилиндрический, пластмассовый сосуд, что использовался в опыте 20-V (высота 20см, диаметр – 10см).

Рыхление слоя грунта на всю глубину проводилось вращающейся металлической и деревянной лопастью с применением переворота пласта и после рыхления прибегали к уплотнению слоя грунта методом встряхивания, покачивания сосуда с грунтом и постукиванием одним сосуда с грунтом о стопку бумаг.

*Цель опыта 20-VI.*

- Изучить распределение радионуклидов цезия-137 в слое сухого супесчаного грунта, при разных способах механического рыхления на всю глубину и установить изменение активности грунта по глубине, в зависимости от создавшейся плотности насыпного грунта после рыхления.

*Условия проведения опыта 20-VI.*

Подготовка и засыпка грунта в цилиндрический сосуд, рыхление и изъятие грунта по слоям из сосуда, определение средней массы насыпного грунта в 50мл емкости и определение активности его по слоям, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла (способа) рыхления.

1. Подготовка, засыпка грунта в цилиндрический сосуд, изъятие его по слоям и определение активности и средней массы насыпного грунта в 50 мл емкости проводились по методике опыта 20-V.

- Засыпанный грунт в сосуд, общим слоем 7,5 см, представлял собой смесь двух слоев супесчаного грунта, с разной первоначальной удельной активностью (355г-5770 Бк/кг, 368г-1217 Бк/кг).

- После каждого цикла рыхления, засыпанный слой грунта 7,5 см извлекался из сосуда в виде 3-х слоев, равных между собой по массе – 240г (**см. таблицу 3.20-IV**).

2. Рыхление грунта.

- Перед началом каждого цикла рыхления, грунт в сосуд засыпался по слоям в той же последовательности, как его изъяли в предыдущем цикле или наоборот, если рыхление проводилось при условии перевернутого пласта.

- В опыте 20-VI проведено 20 циклов рыхления с применением разных способов рыхления.

В циклах 1; 6; 18; 19; 20 – 3-и слоя грунта перемешивались в полиэтиленовом мешке в течении 2-х минут и смесь постепенно высыпалась в сосуд слоем 7,5 см, поверхность слоя выравнивалась торцом линейки, и без рыхления проводилось изъятие грунта по слоям, для определения активности и массы насыпного грунта.

В циклах 2; 3; 4 – грунт засыпан по слоям, рыхление грунта выполнялось металлической лопастью в виде рожка для обуви, длиной – 20 см, расширяющегося от верха к низу от 2,0 см до 4,7 см.

Лопастью прокалывался грунт слоем 7,5 см в 10 точках, с поворотом лопасти по 6 раз вокруг оси.

В цикле 5 – грунт засыпан по слоям, рыхление грунта проводилось деревянной лопастью в виде линейки длиной -30 см, шириной 2,5 см.

Лопастью прокалывали грунт на всю глубину в 10 точках, с поворотом лопасти по 6 раз вокруг своей оси.

В цикле 7; 8; 9; 10 – рыхление с переворотом пласта. Грунт засыпался по слоям в обратном порядке.

Рыхление проводилось металлической лопастью по той же методике, что в циклах – 2; 3; 4.

В цикле 11 – 3-и слоя грунта перемешивались в одном полиэтиленовом мешке в течении 2-х минут и смесь постепенно пересыпалась в сосуд слоем 7,5 см, поверхность выравнивали торцом линейки, без рыхления.

Засыпанную смесь грунта уплотняли методом постукивания дном сосуда о стопку бумаг в течении 1,5 мин.

В циклах 12; 13; 14 – грунт засыпался по слоям, без рыхления.

Засыпанный грунт по слоям уплотняли тоже методом постукивания дном сосуда о стопку бумаг в течении 1,5 мин.

В циклах 15; 16; 17 – грунт засыпался по слоям, без рыхления.

Засыпанный грунт по слоям уплотняли методом покачивания сосуда в горизонтальном направлении из стороны в сторону в течении 1,5 мин.

Основные условия проведения опыта по рыхлению с уплотнением и поворотом пласта, показатели изменения активности и средней массы насыпного грунта в 50 мл емкости, после каждого цикла рыхления, приведены в **таблице 3.20-VI**.

*Выводы к опыту 20-VI.*

1. В опыте 20-VI смешивался супесчаный грунт-2-х типов, отличающихся между собой содержанием песка разной крупности и с большой разницей по удельной активности цезия-137:

- Слой 1- грунт массой 355г, с удельной активностью – 5770 Бк/кг, супесчаный с растительными остатками, содержит песок крупностью  $0\div 1$  мм, с плотностью насыпного грунта –  $1,037 \text{ г/см}^3$ .

- Слой 2- грунт массой 368г, с удельной активностью – 1217 Бк/кг, супесчаный, пылеватый, состоит из мельчайших частиц песка, близких к 0, с плотностью насыпного грунта –  $1,18 \text{ г/см}^3$ .

2. При засыпке и рыхлении смешенного грунта, таких разных супесчаных слоев по активности и плотности насыпного грунта, зависимость активности и массы насыпного грунта по слоям вертикального профиля устанавливается обратная той, что в смешанных грунтах, где нет хоть одного слоя характеризующегося большой плотностью с малой активностью (см. опыт 20-V).

3. Мелкие песчинки (с маленькой удельной активностью) при засыпке в сосуд высотой 20 см падают медленнее крупных и поэтому ложатся в верхних слоях. Плотность верхних слоев получается наибольшая, а удельная активность формируется наименьшая (см. циклы 6, 18, 19, 20).

4. При засыпке и изъятии супесчаного грунта из сосуда в виде 3 слоев, после рыхления всего слоя, в основном с наибольшей активностью и наименьшей плотностью, формируются два нижних слоя, а верхний слой формируется с меньшей активностью и наибольшей плотностью.

Такое формирование слоев по глубине в опыте 20-VI противоположно результату формирования слоев в опыте – 20-V, где формируется верхний слой с наибольшей активностью и наименьшей плотностью, а нижний слой с наименьшей активностью и наибольшей плотностью.

Таблица 3.20-VI – Перераспределение радионуклидов цезия – 137 по вертикальному профилю после механического рыхления сухого супесчаного грунта на всю глубину.

Дата определения активности.	№ цикла рыхления, изменен. порядка засыпки слоя.	Слой грунта в сосуде			Активность сухого грунта						
		№ слоя	Глубина нарастающим итогом. h, см	Масса г	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение. + - Бк/кг	Средняя удельная активность. Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7.06.08	Грунт из опыта 17п, окраина ГТП.т.1, т.2.										
	т.1	-	-	355	200	51,83	65,1	1219	5770	-	
	т.2	-	-	368	200	59,03		308,5	1217	-	3494
16.06.08	Начало	Проверка массы насыпного грунта.									
в 14 <sup>00</sup> час	т.1	-	-	355	-	52,55	-	-	-	-	-
	т.2	-	-	368	-	60,80	-	-	-	-	-
	Грунт т.1 и т.2 пересыпали в один полиэтилен мешок и перемешали в течении 2-х мин, и быстро пересыпали в сосуд, не рыхлили. Поверхность разровняли линейкой и вытащили по слоям – 3 слоя.										
16.06.08	Цикл 1										
в 14 <sup>30</sup> час	верх.	1	7,5	240	-	58,35	-	-	-	-	-
	-	2	5,5	240	-	58,55	-	-	-	-	-
	низ	3	3	243	-	58,10	-	-	-	-	-
	Грунт засыпали в сосуд по слоям, рыхлили металлической лопастью шириной 4 см, вращение лопасти в 10 точках по 6 раз вокруг оси.										
16.06.08	Цикл 2										
в 15 <sup>00</sup> час	верх.	1	7,5	240	-	59,04	-	-	-	-	-
	-	2	5,5	240	-	59,35	-	-	-	-	-
	низ	3	3	242	-	59,74	-	-	-	-	-
17.06.08	Цикл 3										
в 11 <sup>20</sup> час	верх.	1	7	240	-	50,07	-	-	-	-	-
	-	2	5,5	240	-	59,85	-	-	-	-	-
	низ	3	3	242	-	59,70	-	-	-	-	-
17.06.08	Цикл 4										
в 11 <sup>50</sup> час	верх.	1	7	240	-	60,51	-	-	-	-	-
	-	2	5,5	240	-	60,61	-	-	-	-	-
	низ	3	3	240,5	-	60,5	-	-	-	-	-
	Грунт засыпали в сосуд по слоям, рыхление лопастью типа деревянной линейки, шириной 2,5 см, вращение лопастью в 10 точках по 6 раз вокруг оси.										
17.06.08	Цикл 5										
в 12 <sup>30</sup> час	верх.	1	7	240	-	61,13	-	-	-	-	-
	-	2	5,5	240	-	61,08	-	-	-	-	-
	низ	3	3	238,8	-	60,80	-	-	-	-	-
	Грунт 3-х слоев пересыпали в один полиэтиленовый мешок и перемешивали в течении 2-х минут, постепенно пересыпали в сосуд без рыхления.										
17.06.08	Цикл 6										
в 14 <sup>00</sup> час	сл. 1÷3	1	7	240	-	61,75	-	-	-	-	-
	смеш.	2	5,5	240	-	61,70	-	-	-	-	-
		3	3	238,8	-	62,29	-	-	-	-	-
	Грунт засыпали по слоям в обратном порядке, рыхление металлической лопастью шириной 4 см, вращение лопасти в 10 точках, по 6 раз вокруг оси.										
17.06.08	<b>Цикл 7, 8</b>	Переворот пласта с рыхлением – два раза.									
в 14 <sup>00</sup> час	верх. 3	1	7	240	200	62,35	65,1	722,2	3286		
в 13 <sup>30</sup> час	-2	2	5,5	240	200	62,25		725,9	3304		
	низ. 1	3	3	238	200	61,85		729,1	3320		3300
19.06.08	Цикл 9	Переворот пласта с рыхлением.									
в 12 <sup>30</sup> час	верх. 3	1	7	240	200	62,45	65,1	710	3224		
t <sub>к</sub> =24 <sup>0</sup>	-2	2	5,5	240	200	62,25		724,6	3298		
	низ. 1	3	3	234,8	200	61,70		732,3	3336		3286
19.06.08	Цикл 10	Переворот пласта с рыхлением.									
в 15 <sup>45</sup> час	верх. 3	1	7	240	200	62,09	65,1	723,1	3290		
	-2	2	5,5	240	200	62,04		723,1	3290		
	низ. 1	3	3,5	233	200	61,93		725,8	3304		3295
	Грунт пересыпали в один полиэтиленовый мешок, перемешали в течении 2-х мин, и постепенно засыпали в сосуд, поверхность поровняли торцом линейки, грунт в сосуде уплотняли легким постукиванием дном о										

продолжение таблицы 3.20-VI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
стопку бумаг – 1,5 мин.											
19.06.08	Цикл 11										
в 17 <sup>20</sup> час	сл. 1÷3	1	5,75	240	200	62,26	65,1	717,2	3261		
	смеш.	2	-	240	200	62,38		717,7	3263		
		3	-	232,3	200	62,30		716,3	3256		3260
Грунт засыпали по слоям, не перемешивали, грунт в сосуде уплотнялся легким постукиванием дном о стопку бумаг в течении 1,5 мин.											
23.06.08	Цикл 12										
в 11 <sup>20</sup> час	верх. 1	1	6,5	240	200	62,90	65,1	711,8	3234		
	-2	2		240	200	62,66		718,2	3265		
	низ. 3	3		230,5	200	62,37		722,8	3288		3262
23.06.08	Цикл 13										
	верх. 1	1	6,5	240	200	63,25	65,1	706,2	3206		
	-2	2		240	200	62,5		714,7	3248		
	низ. 3	3		229,2	200	62,11		720,3	3276		3242
23.06.08	Цикл 14										
в 16 <sup>00</sup> час	верх. 1	1	6,5	240	200	63,11	65,1	700,3	3176		
	-2	2		240	200	62,59		703,6	3193		
	низ. 3	3		227,8	200	62,23		712,1	3235		3201
Грунт засыпали в сосуд по слоям, не перемешивали, уплотнили грунт покачиванием в горизонтальном положении из стороны в сторону в течении 1,5 мин.											
26.06.08	Цикл 15	Уплотнение покачиванием, горизонт.									
в 11 <sup>20</sup> час	верх. 1	1	6,0	240	200	63,13	65,1	691	3129		
t <sub>к</sub> = 21 <sup>0</sup>	-2	2		240	200	62,60		715,1	3250		
	низ. 3	3		226,9	200	62,19		727,5	3312		3230
26.06.08	Цикл 16										
в 12 <sup>55</sup> час	верх. 1	1	6,0	240	200	63,41	65,1	684,1	3095		
	-2	2		240	200	62,95		695,8	3154		
	низ. 3	3		225	200	62,25		728,2	3316		3188
30.06.08	Цикл 17	Уплотнение покачиванием, горизонт.									
в 16 <sup>00</sup> час	верх. 1	1		240	200	63,71	65,1	681,5	3083		
	-2	2		240	200	62,55		703,3	3191		
	низ. 3	3		224	200	62,30		708,2	3216		3163
Грунт пересыпан в полиэтиленовый мешок, перемешивался в течении 2- мин, постепенно засыпан в сосуд, поверхность разровняли торцом линейки, без рыхления.											
30.06.08	Цикл 18										
в 12 <sup>30</sup> час	сл. 1÷3	1	7,5	240	200	63,05	65,1	694,7	3148		
t <sub>к</sub> = 21 <sup>0</sup>	смеш.	2		240	200	62,74		700,4	3177		
		3		222	200	62,95		695,8	3153		3159
30.06.08	Цикл 19										
в 14 <sup>30</sup> час	сл. 1÷3	1	7,3	240	200	63,40	65,1	680,3	3076		
	смеш.	2		240	200	62,70		702,15	3185		
		3		220	200	62,99		686,3	3106		3122
30.06.08	Цикл 20										
в 15 <sup>30</sup> час	сл. 1÷3	1	7,0	240	200	63,1	65,1	683,2	3091		
t <sub>к</sub> = 21 <sup>0</sup>	смеш.	2		240	200	62,69		701,9	3184		
		3		218,4	200	62,85		693,2	3140		3138

### **III 3.9 Выщелачивание радионуклидов цезия – 137 из 5 см слоя почвы на приборе «Дарси».**

**ОПЫТЫ: 11; 13; 13-1; 13-2; 13-3; 13-4; 13-5; 13-6; 29; 33; 34; 35.**

**ОПЫТ 11. пр. «Дарси», Нв=7см. Вымыв радионуклидов цезия – 137 водопроводной водой на приборе «Дарси», из 5см слоя супесчаного грунта, с первоначальной удельной активностью – 2303 Бк/кг.**

*Исходные данные к опыту 11.*

Опыт вымыва цезия-137, из 5,0см слоя супесчаного грунта, проводился в комнатных условиях, на приборе «Дарси» водопроводной водой, при создании постоянного напора воды – 7,0 см над поверхностью исследуемой пробы грунта.

Исследуемая проба, общей массой 1600г, с первоначальной удельной активностью 2303 Бк/кг – грунт супесчаный, пылеватый, серо-желтого цвета, отбиралась из верхнего 10см почвенного слоя на существующей осушительно-оросительной системе пос. Карпиловка, Злынковского р-на, из семи разных точек с массой 200-300г.

Подача воды, в прибор «Дарси», для промывки грунта, осуществлялась непосредственно из водопроводной трубы и регулировалась специальными задвижками, потери напора определялись по показателям пьезометров.

Общая площадь фильтрации воды через слой грунта исследуемой пробы – 266см<sup>2</sup>, что соответствует поперечному сечению прибора «Дарси» с габаритами (14 x 19) см.

Схема установки прибора «Дарси», засыпка в него исследуемой пробы радиоактивного грунта, подача и сброс лишней водопроводной воды, отвод фильтрационной воды, представлены на **рис. 3.11**.

*Цель опыта 11.*

1. Изучить возможность вымыва цезия-137 водопроводной водой из верхнего 5 см слоя супесчаного грунта, при создании постоянного напора воды над поверхностью – 7,0 см.
2. Изучить влияние солей NaCl, KCl на ускорение (замедление) вымыва цезия – 137 из почвогрунтов.

*Условия проведения опыта 11.*

Подготовка, засыпка радиоактивного грунта в прибор «Дарси» и промывка его водопроводной водой, извлечение исследуемой пробы из прибора «Дарси» для определения активности, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла промывки, независимо от его продолжительности.

## 1. Подготовка и засыпка радиоактивного грунта в прибор «Дарси».

- Исследуемая проба радиоактивного грунта подвергалась высушиванию на нагревательном электроприборе и охлаждению в комнатных условиях в закрытом полиэтиленовом мешке, не менее 2-х суток для каждого способа подготовки.

Охлажденный грунт измельчался, просеивался через сито с ячейками 1 мм.

-Подготовленный грунт тщательно перемешивался и проверялся на активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой 300г и проверялась средняя масса насыпного грунта в 50мл емкости.

- Общая масса грунта 1600г засыпалась в прибор «Дарси» ровным слоем – 5,0 см. Поверхность засыпки тщательно, осторожно (без уплотнения) разравнивалась торцом линейки.

- Для предотвращения смешивания исследуемой пробы радиоактивного грунта с фильтрационным слоем из крупнозернистого песка, в приборе «Дарси» между ними укладывался стеклохолст в 1 слой.

## 2. Промывка радиоактивного грунта и определение фильтрационных расходов.

- Поверхность, засыпанного радиоактивного (пылеватого, супесчаного) грунта, предварительно, смачивается до начала регулярной промывки.

Для смачивания на поверхность сухого радиоактивного грунта заливалась, порциями по 100-200 грамм, водопродовная вода из мерной емкости по мере впитывания.

- Вода для регулярной промывки подается из напорного трубопровода водопродовной сети, на предварительно смоченную поверхность.

- На поверхности радиоактивного грунта постепенно, по мере подачи воды, создавался напор воды 7см.

- Подача воды регулируется специальными задвижками до тех пор, пока установится постоянный фильтрационный расход из сбросной трубки прибора «Дарси».

- Фильтрация считалась постоянной, если, измеренный три раза подряд, фильтрационный расход объемом 200мл набирался в мерный сосуд за одинаковый промежуток времени.

- С момента установившейся фильтрации начинался цикл регулярной промывки цезия- 137.

- Промывка проводилась непрерывными 3-х, 4-х суточными циклами.

В течении промывного цикла, ежесуточно проводились контрольные замеры фильтрационного расхода по 3-и измерения подряд (см. таблицу 3.11.1).

- В настоящем опыте проведено 23 непрерывных цикла с разными способами промывки радиоактивного грунта водопродовной водой:

Способ 1 – промывка водопродовной водой 3-4-х суточными непрерывными циклами (см. таблицу 3.11, циклы 1÷7; 9÷13; 15÷17).

Способ 2 – тоже, что в способе 1, и вносилось 17,6г гранулированной аммиачной селитры на поверхность радиоактивного грунта, перед началом промывного цикла. Гранулы селитры сверху присыпались радиоактивным грунтом слоем 1-2мм (см. таблицу 3.11, циклы 8, 14).

Способ 3 – тоже, что в способе 1, и вносилось 17,6г соли NaCl на поверхность радиоактивного грунта. Внесенная соль сверху присыпалась радиоактивным грунтом слоем 1-2мм (см. таблицу 3.11, цикл 19).

Способ 4 – тоже, что в способе 1, с замочкой, только верхнего слоя грунта массой 410 грамм, дождевой водой до ППВ, в течении 7-ми суток. Замочка грунта проводилась в специальной дюралевой площадке, с закрытой поверхностью, в комнатных условиях. Через 7-мь суток мокрый грунт загружали в прибор «Дарси» для промывки (см. таблицу 3.11, цикл 22).

Способ 5 – проверка изменения активности увлажненного грунта, только верхнего слоя массой 450г (без промывки), при испарении радионуклидов цезия-137 во время сушки его на электрокалорифере в течении 17 часов.

В дюралевой площадке 450г радиоактивного грунта заливалось 250г водопроводной воды и через 1 час (после впитывания), влажный грунт с открытой поверхностью подвергался сушке на электрокалорифере в течении 17 часов (см. таблицу 3.11, циклы 18, 20).

3. Изъятие радиоактивного грунта из прибора «Дарси» и определение его активности.

- В конце каждого цикла промывки прекращалась подача воды и через 1-1,5 часа перекрывалась трубка для сброса фильтрационной воды.

- Мокрый радиоактивный грунт (верхний слой 1,5-2,0 см) извлекался из прибора «Дарси» через верх специальным черпаком и выкладывался в дюралевую площадку для дальнейшей сушки на нагревательном электроприборе, масса изъятого грунта контролировалась взвешиванием.

- Грунт нижнего слоя 3,5÷3,0 см оставался в приборе «Дарси» до начала следующего цикла промывки.

- Грунт нижнего слоя извлекался из прибора «Дарси» один раз, в конце опыта (см. цикл 23, таблица 3.11).

- Извлеченный грунт из прибора «Дарси» подвергался сушки, охлаждению и измельчался так же, как в начале опыта 11.

- Подготовленный промытый грунт, после каждого цикла проверялся на активность цезия-137 на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой 300г.

Основные условия проведения опыта, фильтрационные расходы и результаты изменения активности исследуемой пробы, после каждого цикла промывки, приведены в таблицах 3.11; 3.11.1.

### *Выводы к опыту 11.*

1. После каждого цикла промывки уменьшается активность грунта исследуемой пробы, а средняя масса насыпного грунта в 50мл емкости увеличивается, см. таблицу 3.11, графы 7; 10.

Увеличение массы насыпного грунта связано с вымывом мелких частиц грунта (пылеватые частицы).

Мелкие частицы грунта, в силу своей наибольшей адсорбирующей поверхности по сравнению с крупными, наиболее радиоактивны.

Уменьшение (вымыв) мелких частиц почвы влияют на уменьшение удельной активности исследуемой пробы.

На изменение массы насыпного грунта влияют отложения коллоидов железа и солей кальция из водопроводной воды в промываемом грунте, их отложение может приводить к уменьшению или увеличению средней массы насыпного грунта в 50 мл емкости, но не увеличивает удельной активности, т.к. коллоиды не нерадиоактивны (см. цикл 22, где масса насыпного грунта уменьшилась на 1г, а удельная активность не увеличилась, а уменьшилась).

2. Внесение аммиачной селитры на поверхность радиоактивного грунта, в начале промывного цикла 8-го и 14-го, способствовало уменьшению массы насыпного грунта и снижению удельной активности.

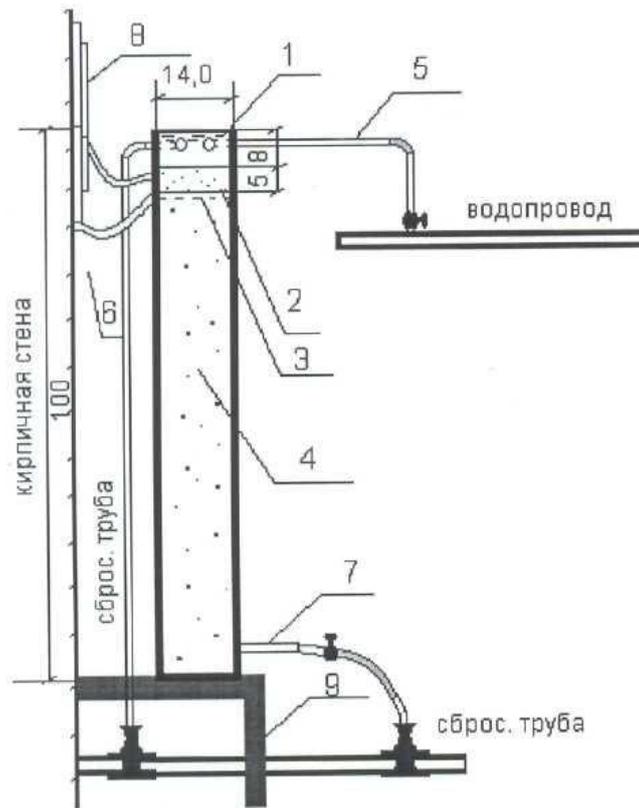
3. Внесение соли NaCl на поверхность грунта, в начале промывного цикла 19-ть, не повлияло на изменение массы насыпного грунта, а удельная активность уменьшилась.

4. Величина промывного расхода не влияет на вымыв цезия-137: в цикле 17- расход 0,2 см<sup>3</sup>/с, вымыв цезия – 81 Бк/кг; в цикле 19- расход 0,0573 см<sup>3</sup>/с, вымыв цезия – 54 Бк/кг; в цикле 1 – расход 1,27 см<sup>3</sup>/с, вымыв цезия – 45 Бк/кг.

5. Замочка грунта в течении 7 суток повлияла на уменьшение средней массы насыпного грунта в 50 мл емкости и на снижение удельной активности (см. таблицу 3.11, цикл 22).

Продолжительная замочка грунта повлияла на более тщательное измельчение его в сухом виде, поэтому масса насыпного грунта уменьшилась на 1 грамм по сравнению с циклом 21, но это не привело к увеличению удельной активности (она уменьшилась на 94 Бк/кг).

Следовательно, на вымыв цезия влияет продолжительность контакта радиоактивного грунта с водой, когда радионуклиды цезия переходят в растворимую форму.



**Рис. 3.11** Схема промывки радиоактивного грунта на приборе «Дарси».

Примечания:

- 1-напор воды  $H_v = 7$  см;
- 2-слой радиоактивного грунта  $h_{гр} = 5$  см;
- 3-стеклохолст в 1 слой;
- 4-крупнозернистый щебень;
- 5-труба для подачи воды;
- 6-сбросная труба для регулирования напора воды;
- 7-сбросная труба для отвода фильтрационной воды;
- 8-пьезометры;
- 9-подставка;
- поперечное сечение прибора "Дарси" в плане 14x19 см

Таблица 3.11 - Изменение активности супесчаного грунта слоем 5см, после каждого цикла промывки на приборе «Дарси», при создании на поверхности радиоактивного грунта слоя воды - 7,0 см. ( $S=266 \text{ см}^2$ ;  $h_{\text{гр}} = 5 \text{ см}$ ;  $h_{\text{вода}} = 7 \text{ см}$ ).

Дата определения активности.	№№ цикл промывки и слой грунта	Продолжительность промывки сут	Слой радиоактивного грунта		Активность сухой пробы							
			Глубина h, см	Масса сухой пробы г	Навеска г	Масса н.гр. г	Фон Бк	Актив. навески Бк	Удельн. актив. Бк/кг	Изменение + - Бк/кг	Q <sub>ср</sub> см <sup>3</sup> /с	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
15.12.06	Начало	-	5	1600	300	59,8	67,8	758,7	2303	-		
Промывка водопроводной водой 3 <sup>x</sup> суточными непрерывными циклами.												
25.07.06	Цикл 1	3										
	верх. слой		1,5	500	300	-	67,8	754,3	2288	-15	1,27	
	нижн. слой		3,5	1100	-							
29.07.06	Цикл 2	3										
	верх. слой		1,5	500	300	-	67,8	749,6	2273	-5	0,866	
2.08.06	Цикл 3	3										
	верх.слой		1,5	500	300	61,2	67,8	729,4	2206	-67	0,663	
6.08.06	Цикл 4	3										
	верх. слой		1,5	500	300	67,35	67,8	718,6	2170	-36	0,577	
15.08.06	Цикл 5	7	Нарушение подачи воды на 15 часов.									
	верх. слой		1,5	450	300	63,99	67,8	718	2167	-3	0.505	
20.08.06	Цикл 6	4										
	верх. слой		1,5	450	300	63,95	67,8	709,5	2139	-28	0,459	
26.08.06	Цикл 7	3										
	верх.слой		1,5	450	300	64,15	67,8	700,9	2110	-29	0,478	
Промывка водопроводной водой + аммиачная селитра 17,6 г на поверхность грунта.												
1.09.06	Цикл 8	3										
	верх. слой		1,5	450	300	63,85	67,8	686,6	2063	-47	0,349	
Промывка водопроводной водой 3 <sup>x</sup> , 4 <sup>x</sup> суточными непрерывными циклами.												
6.09.06	Цикл 9	3										
	верх.слой		1,5	450	300	63,95	67,8	677,6	2033	-30	0,459	
П.09.06	Цикл 10	3										
	верх. слой		1.5	450	300	63,98	67,8	658,6	1969	-64	0,538	
16.09.06	Цикл 11	3										

продолжение таблицы 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	верх.слой		1,5	450	300	63,45	67,8	657,4	1965	-4	0,382
22.09.06	Цикл 12	4	В конце цикла нарушение подачи воды.								
	верх.слой		1,5	450	300	63,75	67,8	641	1911	-54	0,388
27.09.06	Цикл 13	3									
	верх.слой		1,5	450	300	63,80	67,8	627,8	1867	-44	0,323
Промывка водопроводной водой+ аммиачная селитра -17,6г на поверхность грунта.											
3.10.06	Цикл 14	4									
	верх.слой		1,5	450	300	63,35	67,8	620,9	1844	-23	0,193
Промывка водопроводной водой 3 <sup>x</sup> ÷ 5 <sup>x</sup> суточными непрерывными циклами.											
9.10.06	Цикл 15	4									
	верх.слой		1,5	450	300	63,77	67,8	609,1	1804	-40	0,265
14.10.06	Цикл 16	3									
	верх.слой		1,5	450	300	63,55	67,8	619,1	1837	+33	0,224
	нижн. слой		3,5	1150	300	64,15		620,3	1842		
20.10.06	Цикл 17	4									
	верх.слой		1,5	450	300	65,83	67,8	594,6	1756	-81	0,184
	нижн. слой		3,5	1150	-						
Испарение цезия - 137 из грунта верхнего слоя (450г грунта +250 г водопроводной воды сушили 17 часов на эл-калорифере).											
21.10.06	Цикл 18	-									
	верх.слой		1,5	450	300	66,02	67,8	592,2	1748	-8	-
Промывка водопроводной водой + NaCl 17,6 г на поверхность грунта.											
27.10.06	Цикл 19	5									
	верх. слой		1,5	450	300	66,0	67,8	574,5	1689	-59	0,0573
	нижн. слой		3,5	1150	-						
Испарение цезия - 137 из грунта верхнего слоя (450г грунта +250 г водопроводной воды сушили 17 часов на эл-калорифере).											
28.10.06	Цикл 20	-									
	верх. Слой		1,5	450	300	67,55	67,8	564	1654	-35	-
Промывка водопроводной водой 3 <sup>x</sup> суточными непрерывными циклами.											
9.11.06	Цикл 21	3									
	верх.слой		1,5	450	300	67,35	67,8	578,8	1703	+49	0,125

продолжение таблицы 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Промывка водопроводной водой 4 <sup>x</sup> суточными непрерывными циклами после замочки 7 суток (410 г грунта верхнего слоя залили дождевой водой 1:1 при											
23.11.06	Цикл 22	4									
	верх. слой		1,5	410	300	66,35	67,8	550,5	1609	-94	0,0986
	нижн. слой		3,5	1190	-						
Промывка водопроводной водой 4 <sup>x</sup> суточными непрерывными циклами.											
30.11.06	Цикл 23	4									
	верх. слой		1,5	442	300	67,13	67,8	548,8	1603	-6	0,113
	нижн. слой		3,5	672	300	62,85	67,8	587,3	1732		
Сухой измельченный грунт лежал в полиэтиленовом мешке с 10.12.06г до 6.04.07г. в комнатных условиях.											
6.04.07	Цикл 24	-									
	верх. слой		1,5	442	<b>285</b>	69,65	67,8	495,3	1500		
	нижн. слой		3,5	672	<b>285</b>	65,41	67,8	533,5	1552		
Сухой грунт опыта 24 с 5.02.08г до 24.02.03г. был на морозе. (Грунт по слоям засыпан в цилиндрическую пластмассовую кюветку общим слоем - 8 см и выставлен на мороз с открытой поверхностью).											
5.03.07	Цикл 25	-									
	верх. слой		1,5	429	<b>285</b>	68,15	67,8	426,2	1257		
	нижн. слой		3,5	674	<b>285</b>	65,15	67,8	470,7	1414		

Таблица 3.11.1 Расходы воды, скорость и потери напора в процессе промывки сухого супесчаного грунта слоем – 5,0 см по 9 циклам промывки на приборе «Дарси», при напоре воды над поверхностью радиоактивного грунта 7 см.  
(S=266 см<sup>2</sup>).

Цикл промывки		Время снятия отсчета. час	Фильтрация				Напор		Скорость фильтрации		Примечание
Дата.	№		Объем воды. W см <sup>3</sup>	Продолжительность. t, с	Расход $Q = \frac{W}{t}$ см <sup>3</sup> /с	Q <sub>ср</sub> см <sup>3</sup> /с	Потери напора ΔH, см	Градиент $I = \frac{\Delta H}{h}$	$V = \frac{Q_{ср}}{t}$ , см/с	V -100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20.07.06	Цикл 1	15 <sup>30</sup>	200	90	2,222	2,105	9,5	0,0079	0,00059		Струя воды прерывистая
			200	100	2,0						
			200	95	2,105						
			200	95	2,105						
	-//-	17 <sup>20</sup>	200	135	1,481	2,489	9,5	1,9	0,0094		Струя воды сплошная.
			200	133	1,504						
			200	135	1,504						
21.07.06	-//-	8 <sup>30</sup>	200	155	1,290	1,290	9,5	1,9	0,0048		Струя воды сплошная.
			200	155	1,290						
			200	155	1,290						
	-//-	20 <sup>30</sup>	200	165	1,212	1,212	9,3	1,86	0,0046		
			200	165	1,212						
			200	165	1,212						
22.07.06	-//-	8 <sup>30</sup>	200	178	1,124	1,119	9	1,80	0,0042		
			200	179	1,117						
			200	179	1,117						
		20 <sup>30</sup>	200	195	1,026	1,026	8,9	1,78	0,0039		
			200	195	1,026						
			200	195	1,026						
23.07.06	-//-	14 <sup>30</sup>	200	200	1,00	1,000	8,9	1,78	0,0038		
			200	200	1,00						

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	200	1,00						
Среднее цикла 1			4400	3464	1,270	1,270	9,22	1,844	0,0048		
25.07.06	Цикл 2	16 <sup>20</sup>	200	170	1,176	1,176	9,7	1,94	0,0044		
			200	170							
			200	170							
26.07.06	-//-	8 <sup>30</sup>	200	225	0,889	0,889	11,5	2,30	0,0033		
			200	225							
			200	225							
		20 <sup>30</sup>	200	240	0,833	0,833	11,5	2,30	0,0031		
			200	240							
			200	240							
27.07.06	-//-	8 <sup>30</sup>	200	250	0,800	0,800	11,9	2,38	0,0030		
			200	250							
			200	250							
		20 <sup>30</sup>	200	250	0,800	0,800	11,9	2,38	0,0030		
			200	250							
			200	250							
28.07.06	-//-	16 <sup>00</sup>	200	250	0,800	0,800	11,0	2,2	0,0030		
			200	250							
			200	250							
Среднее цикла 2			3600	4155	0,866	0,866	11,25	2,25	0,0033		
29.07.06	Цикл 3	20 <sup>00</sup>	200	250	0,800	0,800	11,0	2,2	0,0030		
			200	250							
			200	250							
30.07.06	-//-	20 <sup>30</sup>	200	300	0,667	0,667	11,8	2,36	0,0025		
			200	300							
			200	300							
31.07.06	Цикл 3	8 <sup>30</sup>	200	305	0,656	0,656	12,0	12,0	0,00247		
			200	305							
			200	305							
		20 <sup>30</sup>	200	310	0,645	0,645	12,1	2,42	0,00242		
			200	310							

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	310							
1.08.06	-//-	8 <sup>30</sup>	200	320	0,625	0,625	12,0	2,40	0,00235		
			200	320							
			200	320							
		19 <sup>30</sup>	200	325	0,615	0,615	12,0	2,40	0,00231		
			200	325							
			200	325							
Среднее цикла 3			3600	5430	0,663	0,663	11,82	2,36	0,00249		
2.08.06	Цикл 4	20 <sup>20</sup>	200	285	0,702	0,702	11,8	2,36	0,0026		
			200	285							
			200	285							
3.08.06	-//-	8 <sup>30</sup>	200	345	0,580	0,580	12,2	2,44	0,0022		
			200	345							
			200	345							
		20 <sup>30</sup>	200	355	0,563	0,563	12,5	2,50	0,0021		
			200	355							
			200	355							
4.08.06	-//-	8 <sup>30</sup>	200	360	0,556	0,556	12,7	2,54	0,0021		
			200	360							
			200	360							
		20 <sup>30</sup>	200	363	0,551	0,551	12,8	2,56	0,0021		
			200	363							
			200	363							
5.08.06	-//-	19 <sup>00</sup>	200	370	0,541	0,541	13,0	2,60	0,0020		
			200	370							
			200	370							
Среднее цикла 4			3600	6234	0,577	0,577	12,5	2,50	0,0022		
6.08.06	Цикл 5	19 <sup>20</sup>	200	315	0,635	0,687	9	1,80	0,0026		
			200	267	0,749						
			200	255	0,784	0,784	9,6	1,92	0,0029		
			200	255	0,784						
			200	255	0,784						

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7.08.06	-//-	11 <sup>30</sup>	200	290	0,690	0,690	8,0	1,6	0,0026		Замер после перерыва .
			200	290							В подаче воды – 15 часов.
			200	290							Ржавая вода.
8.08.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	390	0,513	0,513	8,2	1,64	0,0019		
			200	390							
			200	390							
9.08.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	420	0,476	0,476	8,4	1,68	0,0018		
			200	420							
			200	420							
10.08.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	435	0,460	0,460	7,8	1,56	0,0017		
			200	435							
			200	435							
11.08.06	Цикл 5	10 <sup>00</sup>	200	455	0,440	0,440	9,0	1,80	0,0017		
			200	455							
			200	455							
12.08.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	455	0,440	0,440	9,0	1,80	0,0017		
			200	455							
			200	455							
13.08.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	465	0,430	0,430	9,6	1,92	0,016		
			200	465							
			200	465							
14.08.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	473	0,423	0,423	9,5	1,90	0,016		
			200	473							
			200	473							
Среднее цикла 5			5800	11496	0,505	0,505	8,81	1,762	0,0019		
16.08.06	Цикл 6	21 <sup>00</sup>	200	345	0,580	0,563	10,5	2,1	0,00212		
			200	36,	0,556						
			200	36,	0,556						
17.08.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	690	0,377	0,452	10,5	2,1	0,0017		
			200	400	0,500						

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	405	0,494						
18.08.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	445	0,449	0,449	11,0	2,2	0,0017		
			200	445							
			200	445							
19.08.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	460	0,435	0,435	11	2,2	0,0016		
			200	460							
			200	460							
20.08.06	-//-	17 <sup>00</sup>	200	475	0,421	0,421	11,5	2,1	0,0016		
			200	475							
			200	475							
Среднее цикла 6			3260	7105	0,459	0,459	10,9	2,18	0,0017		
22.08.06	Цикл 7	10 <sup>25</sup>	200	323	0,619	0,624	5,9	1,18	0,0023		
			200	304	0,658						
			200	314	0,637						
			200	327	0,612						
			200	334	0,599						
23.08.06	-//-	10 <sup>30</sup>	200	440	0,455	0,455	0	-	0,0017		
			200	440							
			200	440							
24.08.06	-//-	10 <sup>30</sup>	200	465	0,430	0,430	0	-	0,0016		
			200	465							
			200	465							
25.08.06	-//-	10 <sup>30</sup>	200	490	0,408	0,407	0	-	0,0015		
			200	490	0,408						
			200	490	0,408						
			200	490	0,408						
Среднее цикла 7			3000	6282	0,478	0,478		1,18	0,0018		
28.08.06	Цикл 8	10 <sup>30</sup>	200	420	0,476	0,476	2,5	0,5	0,0018		+17,6 аммиачная се- литра.
29.08.06	-//-	10 <sup>30</sup>	200	600	0,333	0,333	2,5	0,5	0,0013		Замер после нару- шения подачи воды – 15 часов.

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30.08.06	Цикл 8	10 <sup>30</sup>	200	600	0,333	0,333	3,0	0,600	0,00125		
31.08.06	-//-	11 <sup>00</sup>	200	615	0,325	0,325	3,0	0,600	0,00122		
Среднее цикла 8			1000	2865	0,349	0,349	2,66	0,532	0,00131		
2.09.06	Цикл 9	10 <sup>30</sup>	200	320	0,625	0,637	2,7	0,540	0,00239		Струя прерывистая.
			200	335	0,597						Вода напала.
		16 <sup>00</sup>	200	630	0,317	0,317	2,3	0,460	0,00119		
			200	300	0,667						
			200	300	0,667						Струя воды сплошная.
3.09.06	-//-	10 <sup>30</sup>	200	478	0,418	0,418	2,2	0,440	0,00157		
			200	480	0,417						
4.09.06	-//-	10 <sup>30</sup>	200	500	0,4	0,400	2,7	0,540	0,00150		
			200	500	0,4						
5.09.06	-//-	10 <sup>30</sup>	200	525	0,381	0,381	2,4	0,480	0,00143		
			200	525	0,381						
		16 <sup>30</sup>	200	525	0,381	0,381	2,2	0,440	0,00143		
Среднее цикла 9			2200	4788	0,459	0,459	2,44	0,488	0,00173		
7.09.06	Цикл 10	13 <sup>40</sup>	200	205	0,976	0,777	4,5	0,900	0,00292		Струйка воды сплошная.
			200	215	0,930						
			200	230	0,870						
			200	250	0,800						
			200	265	0,755						
			200	275	0,727						
			200	290	0,690						Вода капала.
			200	293	0,683						
			200	293	0,683						
8.09.06	-//-	10 <sup>30</sup>	200	540	0,370	0,370	2,2	0,440	0,00139		
			200	540	0,370						
9.09.06	-//-	10 <sup>45</sup>	200	595	0,678	0,678	6,3	1,260	0,00255		Отключалась подача воды.
			200	595	0,678						

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.09.06	-//-	18 <sup>30</sup>	200	615	0,325	0,325	4,2	0,84	0,00122		
Среднее цикла 10			2800	5201	0,538	0,538	4,3	0,86	0,0020		
12.09.06	Цикл 11	10 <sup>05</sup>	200	474	0,422	0,456	5	1,0	0,00171		
			200	440	0,455						
			200	421	0,475						
			200	420	0,476						
13.09.06	-//-	10 <sup>20</sup>	200	565	0,354	0,356	5,5	1,1	0,00134		
			200	560	0,357						
14.09.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	590	0,339	0,339	5,7	1,14	0,00127		
			200	590	0,339						
15.09.06	-//	13 <sup>30</sup>	200	590	0,339	0,339	5,3	1,06	0,00127		
			200	590	0,339						
Среднее цикла 11			2000	5240	0,382	0,382	5,375	1,075	0,00144		
17.09.06	Цикл 12	11 <sup>30</sup>	200	300	0,667	1,042	6,8	1,36	0,00391		Вода попала.
			200	150	1,333						Струя воды сплошная.
			200	160	1,250						
			200	170	1,176						
			200	180	1,111						
18.09.06	Цикл 12	11 <sup>15</sup>	200	545	0,367	0,367	10,6	2,12	0,00138		
			200	545	0,367						
19.09.06	-//-	12 <sup>00</sup>	200	660	0,303	0,303	10,1	2,02	0,00114		
			200	660	0,303						
20.09.06	-//-	9 <sup>30</sup>	200	710	0,282	0,283	8,0	1,60	0,00106		
			200	705	0,284						
			200	705	0,284						
21.09.06	-//-	11 <sup>30</sup>	200	720	0,278	0,278	10,1	2,02	0,00105		
			200	720	0,278						
		17 <sup>00</sup>	200	660	0,303	0,303	10,1	2,02	0,00114		Отключилась подача воды.
			200	660	0,303						
Среднее цикла 12			3200	8250	0,388	0,388	9,28	1,856	0,00146		
23.09.06	Цикл 13	12 <sup>05</sup>	200	395	0,506	0,494	9,0	1,80	0,00186		

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	405	0,494						
			200	405	0,482						
		18 <sup>50</sup>	200	640	0,313	0,314	8,0	1,60	0,00118		
			200	635	0,315						
			200	635	0,315						
24.09.06	-//-	10 <sup>00</sup>	200	685	0,292	0,292	8,5	1,7	0,00110		
			200	685	0,292						
25.09.06	-//-	11 <sup>00</sup>	300	1070	0,280	0,282	8,3	1,66	0,00106		
			200	705	0,284						
26.09.06	-//-	17 <sup>00</sup>	200	740	0,270	0,270	10,3	2,06	0,00102		
			200	740	0,270						
Среднее цикла 13			2500	7750	0,323	0,323	8,82	1,764	0,00121		
28.09.06	Цикл 14	13 <sup>30</sup>	200	1120	0,179	0,179	10,0	2,0	0,00067		+17,6г аммиачная селитра на поверхность.
			100	560	0,179						
29.09.06	-//-	16 <sup>00</sup>	200	1030	0,194	0,194	9,0	1,8	0,00073		
			200	1030	0,194						
30.09.06	-//-	12 <sup>30</sup>	200	990	0,202	0,202	9,5	1,9	0,00076		
			200	990	0,202						
1.10.06	-//-	11 <sup>30</sup>	200	1020	0,196	0,193	9,5	1,9	0,00073		
2.10.06	-//-	16 <sup>30</sup>	200	1050	0,190		9,5	1,9			
Среднее цикла 14			1500	7790	0,193	0,193	9,5	1,9	0,00073		
4.10.06	Цикл 15	13 <sup>00</sup>	100	62	0,161	0,213	4,5	0,9	0,0008		
			100	320	0,313						
		14 <sup>00</sup>	200	290	0,690	0,645	4,5	0,9	0,00242		
			200	310	0,645						
			200	330	0,606						
		17 <sup>00</sup>	200	720	0,278	0,278	2,0	0,4	0,00105		
			200	720	0,278						
5.10.06	-//-	13 <sup>00</sup>	200	835	0,240	0,239	1,0	0,2	0,00090		
			200	840	0,238						

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6.10.06	-//-	16 <sup>45</sup>	200	940	0,213	0,213	2,3	0,46	0,00080		
			200	935	0,214						
7.10.06	-//-	18 <sup>00</sup>	200	960	0,208	0,208	1,5	0,30	0,00078		
			200	960	0,208						
8.10.06	-//-	16 <sup>45</sup>	200	995	0,201	0,201	4,3	0,86	0,00076		
Среднее цикла 15			2600	9805	0,265	0,265	2,87	0,574	0,00099		
10.10.06	Цикл 16	14 <sup>00</sup>	200	690	0,290	0,290	7,0	1,4	0,00109		
			200	690							
11.10.06	-//-	15 <sup>20</sup>	200	925	0,216	0,216	6,5	1,3	0,00081		
			200	935							
12.10.06	-//-	13 <sup>00</sup>	100	475	0,211	0,211	6,5	1,3	0,00079		
			100	475							
13.10.06	-//-	14 <sup>00</sup>	100	500	0,20	0,20	5,0	1,0	0,00075		
			100	500							
		17 <sup>00</sup>	100	630	0,159	0,159	5,0	1,0	0,00060		
Среднее цикла 16			1300	5810	0,224	0,224	6,0	1,2	0,00084		
15.10.06	Цикл 17	16 <sup>40</sup>	200	785	0,255	0,195	7,2	1,44	0,00073		
			100	382	0,262						
			100	385	0,113						
16.10.06	-//-	14 <sup>30</sup>	100	480	0,208	0,208	6,5	1,3	0,00078		
			100	480	0,208						
			100	480	0,208						
17.10.06	-//-	15 <sup>00</sup>	100	555	0,180	0,180	6,3	1,26	0,00068		
			100	555	0,180						
18.10.06	-//-	14 <sup>20</sup>	100	570	0,175	0,175	6,3	1,26	0,00066		
19.10.06	-//-	14 <sup>00</sup>	100	570	0,175	0,150	6,3	1,26	0,00056		
		17 <sup>30</sup>	100	765	0,131						
Среднее цикла 17			1200	6507	0,184	0,184	6,52	1,304	0,00069		Замер при напоре воды 1,5 см
	Цикл 18	См. испарение.									
21.10.06	Цикл 19	Не было воды					5,0	1,0			+NaCl – 27,6 г на поверхности

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22.10.06	-//-	10 <sup>45</sup>	100	1875	0,0533	0,0539	3,0	0,6	0,0002		
			40	720	0,0556						
23.10.06	-//-	11 <sup>00</sup>	40	695	0,0576	0,0571	3,3	0,6	0,0002		Вода коричневая.
			100	1758	0,0569						
24.10.06	-//-	11 <sup>00</sup>	100	1760	0,0568	0,568	3,5	0,7	0,00021		Вода коричневая.
			60	1058	0,0567						
25.10.06	-//-	9 <sup>40</sup>	50	785	0,0637	0,0594	4,2	0,84	0,00022		Вода коричневая.
			40	620	0,0645						
			100	1793	0,0558						
26.10.06	-//-	9 <sup>00</sup>	40	680	0,0588	0,0585	2,5	0,50	0,00022		Вода чистая.
			80	1380	0,0580						
			100	1698	0,0589						
Среднее цикла 19			850	1,4822	0,0573	0,0573	3,53	0,707	0,00022		
27.10.06	Цикл 20	См. испарение.									
3.11.06	Цикл 21	17 <sup>00</sup>	20	720	0,0278	0,0698	4,8	0,96	0,00026		
			20	290	0,0690						
			40	560	0,0714						
			100	1010	0,0990						
4.11.06	-//-	10 <sup>45</sup>	200	1405	0,1423	0,1434	4,0	0,8	0,00054		
			100	680	0,1471						
			100	680	0,1471						
			200	1420	0,1408						
5.11.06	Цикл 21	11 <sup>00</sup>	100	700	0,1429	0,1434	4,0	0,8	0,00054		
			100	695	0,1439						
6.11.06	-//-	11 <sup>00</sup>	100	710	0,1408	0,1418	4,0	0,8	0,00053		
			100	710	0,1429						
7.11.06	-//-	14 <sup>00</sup>	100	740	0,1351	0,1356	4,0	0,8	0,00051		
			100	735	0,1361						
Среднее цикла 21			1380	11045	0,1249	0,1249	4,16	0,832	0,00047		
17.11.06	Цикл 22	12 <sup>45</sup>	100	665	0,1504	0,1521	0	-	0,00057		Грунт предварительно замочен – 7 суток.
			100	650	0,1538						

продолжение таблицы 3.11.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		19 <sup>30</sup>	100	930	0,1075	0,1070	0	-	0,00040		В «Дарси» грунт за- ложили мокрый.
			100	940	0,1064						
18.11.06	-//-	10 <sup>20</sup>	100	1490	0,0671	0,0671	1,0	0,2	0,00025		Вода чистая.
			100	1490	0,0671						Верхний слой грунта стал светлее.
19.11.06	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20.11.06	-//-	10 <sup>45</sup>	100	1065	0,0939	0,0969	2,5	0,5	0,00036		
			40	380	0,1054						
21.11.06	-//-	13 <sup>45</sup>	60	580	0,1034	0,1043	0	-	0,00039		Грунт на поверхно- сти стал ржавого цвета.
			60	580	0,1034						
			60	565	0,1062						
Среднее цикла 22			920	9335	0,0986	0,0986	0,7	0,14	0,00037		
24.11.06	Цикл 23	16 <sup>45</sup>	100	763	0,1311	0,1326	1,0	0,2	0,00050		
			100	745	0,1342						
25.11.06	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.11.06	-//-	10 <sup>40</sup>	100	895	0,1117	0,1114	0,7	0,14	0,00042		
			100	900	0,1111						
27.11.06	-//-	11 <sup>30</sup>	100	935	0,1070	0,1078	0,6	0,12	0,00041		
			60	549	0,1093						
28.11.06	-//-	12 <sup>00</sup>	100	965	0,1036	0,1042	0,5	0,10	0,00040		
			100	955	0,1047						
Среднее цикла 23			760	6707	0,1133	0,1133	0,7	0,14	0,00043		

**ОПЫТ 13. пр. «Дарси».     *Вымыв радионуклидов цезия – 137 водопроводной водой на приборе «Дарси», из 5,5 см слоя супесчаного грунта, с первоначальной удельной активностью – 11916 Бк/кг.***

*Исходные данные к серии опытов под номером - 13 .*

Вымыв цезия-137 проводился, в серии опытов под номерами 13; 13-1; 13-2; 13-3; 13-4; 13-5 и 13-6, из одной и той же пробы радиоактивного супесчаного грунта массой 1600г, последовательно (согласно номеру опыта), после окончания промывки в предыдущем опыте.

Промывка проводилась в комнатных условиях, на приборе «Дарси» водопроводной водой, при создании постоянного напора воды 5÷30 см над поверхностью исследуемой пробы радиоактивного грунта.

Радиоактивный грунт – супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, темно-серого цвета, общей массой 1600г, с первоначальной удельной активностью 11916 Бк/кг, отбирался из верхнего 10см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на в точке I (**см. Часть III.2.1, опыт 6п).**

Подача воды в прибор «Дарси», для промывки грунта, осуществлялась непосредственно из водопроводной трубы и регулировалась специальными задвижками, потери напора определялись по показателям пьезометров.

Общая площадь фильтрации воды через слой 3 ÷ 5,5см радиоактивного грунта соответствует поперечному сечению прибора «Дарси» с габаритами в плане (14 x 19) см и равна 266 см<sup>2</sup>.

Схема установки прибора «Дарси», засыпка в него исследуемой пробы радиоактивного грунта, подача и сброс лишней водопроводной воды, отвод фильтрационной воды, представлены на **рис. 3.11. (см опыт 11).**

В процессе промывки и многократного извлечения радиоактивного грунта из прибора «Дарси» для сушки и определения активности происходила потеря массы исследуемой пробы.

Слой промываемого радиоактивного грунта в опытах серии под номером – 13 составлял: в опытах 13÷13-3 – 5 см; в опытах 13-4; 13-5 – 4,5 см; в опытах 13-6 – 3,0 см.

*Цель проведения серии опытов под номером 13.*

Изучить возможность вымыва цезия-137 водопроводной водой из слоя супесчаного грунта 5,5см при самых разных условиях промывки, с учетом уменьшения толщины промываемого слоя.

*Условия проведения серии опытов под номером 13.*

Промывка цезия – 137 из слоя радиоактивного грунта в каждом опыте серии 13 проводилась самостоятельно, независимо друг от друга.

Подготовка, засыпка радиоактивного грунта в прибор «Дарси» и промывка его водопроводной водой, измерение ежесуточных расходов фильтрации, извлечение исследуемой пробы из прибора «Дарси» для определения актив-

ности, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла промывки, независимо от его продолжительности и от конкретного опыта серии под номером 13:

1. Подготовка и засыпка радиоактивного сухого грунта в прибор «Дарси» проводилась во всех опытах серии под номером 13 точно так же, как в опыте 11. (См. Часть III.3.9).

2. Подготовка, заморозка влажного радиоактивного грунта в холодильнике при температуре  $-(7\div 8)^{\circ}\text{C}$  в течении 5 суток и размещение брикета из мерзлого грунта в приборе «Дарси» для промывки цезия-137 в опыте 13-4 проводилась по методике изложенной в опыте 29. (См. Часть III.3.9).

3. Промывка радиоактивного грунта и определение фильтрационных расходов проводились по методике опыта 11:

- Промывка проводилась водопроводной водой, непрерывными циклами разной продолжительности от 0,5 суток до 30 суток.

- Нумерация циклов промывки в серии опытов под номером 13- общая:

опыт 13 – циклы 1÷6; см. таблица 3.13; 3.13.1;

опыт 13-1 – циклы 7; 8; см. таблица 3.13; 3.13 -1.1;

опыт 13-2 – циклы 9; 10; 11; см. таблица 3.13; 3.13-2.1;

опыт 13-3 – циклы 12÷ 15; см. таблица 3.13; 3.13-3.1;

опыт 13-4 – циклы 20÷ 23; см. таблица 3.13-4; 3.13-4.1;

опыт 13-5 – циклы 24÷ 29; см. таблица 3.13-4; 3.13-5.1;

опыт 13-6 – циклы 30÷ 35; см. таблица 3.13-6; 3.13-6.1.

В серии опытов под номером 13 проведено всего 34 непрерывных промывных цикла, с различными способами промывки радиоактивного грунта слоем  $(5,5\div 3,0)$  см, чистой водопроводной водой.

Способ 1 – опыт 13 - промывка водопроводной водой слоя супесчаного грунта – 5,5 см проводилась 3-4-х суточными непрерывными циклами (см. таблицу 3.13.1, циклы 1÷6; 15).

Способ 2 – опыт 13-1. - тоже, что в способе 1, и ретона (включенная в сеть для выработки ультра-звука) укладывалась под воду на поверхность радиоактивного грунта (см. таблицу 3.13 – 1.1, циклы 7; 8).

Способ 3 – опыт 13-2. - тоже, что в способе 1 и компрессор (включенный в сеть для аэрации воды) укладывался под воду на поверхность радиоактивного грунта (см. таблицу 3.13-2.1, циклы 9; 10; 11).

Способ 4 – опыт 13-3. - тоже, что в способе 1, и вносилась соль KCl 27,6г на поверхность грунта перед началом промывочного цикла. Гранулы KCl сверху присыпались радиоактивным грунтом слоем 1-2мм (см. таблицу 3.13-3.1, циклы 12÷14).

Способ 5 – опыт 13-4 - промывка водопроводной водой слоя супесчаного грунта – 4,5см, прошедшего короткую – 5 суточную заморозку в холодильнике, непрерывными 4-х суточными циклами (см. таблицу 3.13-4.1, циклы 20÷23).

Способ 6 – опыт 13-5 - промывка водопроводной водой супесчаного грунта слоем 4,5см, 1-0,5 суточными непрерывными циклами с внесением

13,4г аммиачной селитры на поверхность радиоактивного грунта или с предварительной замочкой радиоактивного грунта в течении 1 суток.

Замочка грунта верхнего слоя проводилась водопроводной водой в отдельной площадке, с закрытой поверхностью (см. таблицу 3.13-5.1, циклы 24÷28).

Способ 7 – опыт 13-5 - промывка водопроводной водой 0,5 суточным непрерывным циклом, с предварительной замочкой радиоактивного грунта в течении 1 суток, при условии максимальной фильтрации. Для увеличения скорости фильтрации зажим на сбросном трубопроводе убирался (см таблицу 3.13-5.1, цикл 29).

Способ 8 – опыт 13-6 - промывка водопроводной водой слоя супесчаного грунта слоем 3,0см, короткими 0,5 суточными непрерывными циклами, без замочки, с замочкой в течении 1 или 2 суток водопроводной водой, при условии увеличенного напора воды над поверхностью радиоактивного грунта до 30см (см. таблицу 3.13-6.1, циклы 30÷32).

Для создания напора воды – 30см, из прибора «Дарси» изъяли часть крупно-зернистого песка из слоя фильтрации.

Способ 9 – опыт 13-6 - промывка водопроводной водой супесчаного грунта слоем 3,0см, в течении продолжительного – 23-х суточного непрерывного промывного цикла, без предварительной замочки, при условии увеличенного напора воды до 30см над поверхностью радиоактивного грунта (см. таблицу 3.13-6.1, цикл 33).

4. Изъятие радиоактивного грунта из прибора «Дарси» и определение его активности проводилось по одной методике с опытом 11. ((См. Часть III.3.9).

Основные условия проведения опыта, фильтрационные расходы и изменения активности исследуемой пробы, после каждого цикла промывки, для всех опытов серии под номером 13, приведены в таблицах 3.13; 3.13-4; 3.13-6.

*Выводы к серии опытов под номером 13.*

1. Первоначальная активность исследуемой пробы грунта для всей серии опытов под номером 13 составляла – 11916 Бк/кг, при средней массе насыпного грунта в емкости 50мл – 53,11г (см. опыт 13, таблицу 3.13).

После промывки на приборе «Дарси», в конце всей серии проведенных опытов под номером 13, удельная активность верхнего 1,5см слоя снизилась до 6599 Бк/кг, нижнего слоя до 7583 Бк/кг, с увеличенной массой насыпного грунта, соответственно для верхнего до 68,75г и нижнего до 66,16г (см. опыт 13-6, таблицу 3.13-6).

Одновременное снижение удельной активности и повышение средней массы насыпного грунта в емкости 50 мл указывает на то, что вымыв цезия - 137 проходит в основном в адсорбированном виде, с перемещением водой мельчайших почвенных частиц.

2. Удельная активность верхнего слоя грунта снижается в 2 раза быстрее, чем нижнего слоя за счет распыления, испарения цезия – 137 при регулярной сушке влажного верхнего слоя, после каждого цикла промывки. Верхний слой исследуемой пробы во влажном состоянии сушился на электроприборах в течении всего периода промывки – 35раз, а нижний слой только – 5 раз.

Таблица 3.13 – Изменение активности супесчаного мерзлого грунта слоем 5,5 см по циклам промывки на приборе «Дарси», при напоре воды над поверхностью радиоактивного грунта – 5 см. ( $S=266 \text{ см}^2$ ;  $h_{\text{гр}} = 5,5 \text{ см}$ ;  $h_{\text{вода}} = 5 \text{ см}$ ).

Дата определения активности.	№ № цикл промывки и слой грунта	Продолжительность промывки сут	Слой радиоактивного грунта		Активность сухой пробы					
			Глубина h, см	Масса сухой пробы г	Навеска г	Масса н.гр. г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение + – Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15.12.06	Начало	-	5,5	1600	285	53,11	70,2	3466	11916	-
Промывка водопроводной водой 3÷4 <sup>х</sup> суточными циклами.										
21.12.06	Цикл 1	4								
	верх. слой		1,5		285	53,75	70,2	3286	11283	-633
	нижн. слой		4,0		-					
22.12.06	Цикл 2	3								
	верх. слой		1,5		285	53,3	70,2	3258	11181	-102
	нижн. слой		4,0							
9.01.07	Цикл 3	4								
	верх. слой		1,5	401	285	57,21	70,2	3194	11154	-27
	нижн. слой		4,0	1199	-					
18.01.07	Цикл 4	4								
	верх. слой		1,5	405	285	58,58	70,2	3147	10799	-355
	нижн. слой		4,0	1195	-					
25.06.07	Цикл 5	4								
	верх. слой		1,5	460	285	58,25	70,2	3126	10721	-78
	нижн. слой		4,0	1140	-					
1.02.07	Цикл 6	4								
	верх. слой		2,0	521	285	59,38	70,2	3112	10671	-50
	нижн. слой		3,5	1079	-					
Промывка водопроводной водой + ультразвук 4 <sup>х</sup> суточными циклами (с ретонной).										
8.02.07	Цикл 7	4								
	верх. слой		2,0	565	285	59,18	70,2	3077	10549	-122
	нижн. слой		3,5	1035	-					
15.02.07	Цикл 8	4								
	верх. слой		2,0	538	285	60,15	70,2	3057	10454	-95

продолжение таблицы 3.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	нижн. слой		3,5	1062	-					
Промывка водопроводной водой + аэрация 4 <sup>x</sup> суточными циклами (с компрессором).										
22.02.07	Цикл 9	4								
	верх. слой		2,5	610	285	59,85	70,2	3024	10363	-97
	нижн. слой		3,0	990	-					
28.02.07	Цикл 10	4								
	верх. слой		1,5	466	285	60,65	70,2	2967	10162	-201
	нижн. слой		4,0	1136	-					
7.03.07	Цикл 11	4								
	верх. слой		2,0	562	285	62,35	70,2	2929	10027	-135
	нижн. слой		3,5	1038	-					
Промывка водопроводной водой 4 <sup>-x</sup> суточными циклами + KCl (27,6г на поверхность).										
15.03.07	Цикл 12	4								
	верх. слой		2,5	560	285	62,05	70,2	2891	9855	-172
	нижн. слой		3,5	1040	-					
22.03.07	Цикл 13	4								
	верх. слой		2,0	560	285	63,45	70,2	2820	9650	-205
	нижн. слой		3,5	1040	-					
29.03.07	Цикл 14	4								
	верх. слой		2,0	590	285	65,00	70,2	2762	9443	-207
	нижн. слой		3,5	1010	-					
Промывка водопроводной водой.										
5.04.07	Цикл 15	4								
	верх. слой		2,0	638	285	65,9	70,2	2682	9166	2750
	нижн. слой		2,5	676	285	51,50	70,2	3099	10629	1285

Примечание:

1. Верхний слой грунта стал красного цвета от железа в водопроводной воде.
2. Нижний слой грунта остался серого цвета.
3. Этот радиоактивный грунт отправлен на заморозку в холодильник на 5 суток и далее его промывку см. в опыте 13-4.

Таблица 3.13.1. Расходы воды, скорость и потери напора при фильтрации в процессе промывки супесчаного грунта слоем – 5,5 см по циклам промывки на пр «Дарси», с напором воды над поверхностью радиоактивного грунта 5,0 см.

( $S = 266 \text{ см}^2$ ;  $h_{гр} = 5,5 \text{ см}$ ;  $h_{водн} = 5 \text{ см}$ ).

Цикл промывки		Время снятия отсчета час	Фильтрация				Напор		Скорость филь-трации		Примечание
Дата	№		Объем воды $W, \text{ см}^3$	Продолжительность. $t, \text{ с}$	Расход $Q = \frac{W}{t}$ $\text{см}^3/\text{с}$	$Q_{ср}$ $\text{см}^3/\text{с}$	Потери напора $\Delta H, \text{ см}$	Градиент $I = \frac{\Delta H}{h}$	$V = \frac{Q_{ср}}{S}$ , $\text{см}/\text{с}$	$V - 100$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15.12.06	Цикл 1	12 <sup>40</sup>	200	182	1,099	1,090	0,4	0,073	0,0041		Водопроводная вода с ржавчиной.
			240	225	1,067						
			200	181	1,105						
		16 <sup>20</sup>	200	231	0,866	0,88	0,45	0,081	0,0033		
			200	225	0,889						
			200	229	0,873						
16.12.06	-//-	9 <sup>00</sup>	200	255	0,784	0,784	0,5	0,091	0,0029		
			200	255	0,784						
			200	255	0,784						
18.12.06	-//-	9 <sup>40</sup>	200	465	0,430	0,432	0,5	0,100	0,0016		
			200	460	0,435						
			200	462	0,433						
19.12.06	-//-	12 <sup>45</sup>	200	720	0,278	0,282	0,5	0,11	0,0011		
			100	350	0,286						
			100	350	0,286						
Среднее цикла 1			2840	4845	0,586	0,586	0,46	0,084	0,0022		
22.12.06	Цикл 2	12 <sup>30</sup>	200	110	1,818	1,818	1,2	0,218	0,0069		
			200	110	1,818						
			200	110	1,818						
		14 <sup>45</sup>	200	120	1,667	1,667	1,6	0,218	0,0063		
			300	180	1,667						
			200	120	1,667						
23.12.06	-//-	13 <sup>45</sup>	200	165	1,212	1,212	1,6	0,291	0,0045		Струя воды сплошная.
			200	165	1,212						

продолжение таблицы 3.13.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	165	1,212						
24.12.06	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
25.12.06	-//-	9 <sup>50</sup>	200	200	1,000	1,00	2,0	0,418	0,0038		
			200	200	1,000						
			200	200	1,000						
26.12.06	-//-	12 <sup>20</sup>	200	215	0,930	0,930	2,3	0,418	0,0035		На поверх. грунта хлопья железа.
			200	215	0,930						
			200	215	0,930						
Среднее цикла 2			3100	2490	1,24	1,24	1,72	0,313	0,0047		
3.01.07	Цикл 3	12 <sup>40</sup>	200	37	5,400	5,400	1,0	0,182	0,0203		Вода течет струйкой.
			200	37	5,400						
			200	37	5,400						
4.01.07	-//-	13 <sup>00</sup>	200	50	4,00	4,000	-	-	0,0150		
			200	50	4,00						
			200	50	4,00						
5.01.07	-//-	12 <sup>40</sup>	200	65	3,080	3,080	-	-	0,0116		
			200	65	3,080						
			200	65	3,080						
6.01.07	-//-	12 <sup>30</sup>	200	83	2,410	2,410	-	-	0,009		
			200	83	2,410						
			200	83	2,410						
Среднее цикла 3			2400	705	3,400	3,400	-	-	0,0128		
11.01.07	Цикл 4	14 <sup>30</sup>	200	77	2,590	2,590	0,2	0,036	0,0097		
			200	77	2,590						
			200	77	2,590						
12.01.07	-//-	13 <sup>05</sup>	200	120	1,650	1,650	0,4	0,0727	0,0063		
			200	120	1,650						
			200	120	1,650						
13.01.07	-//-	13 <sup>20</sup>	200	140	1,430	1,430	0,5	0,0909	0,0054		
			200	140	1,430						
			200	140	1,430						
14.01.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		

продолжение таблицы 3.13.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15.01.07	-//-	12 <sup>45</sup>	200	155	1,290	1,290	0,8	0,1455	0,0048		
			200	155	1,290						
			200	155	1,290						
Среднее цикла 4			2400	1476	1,620	1,620	0,476	0,0865	0,0061		
19.01.07	Цикл 5	13 <sup>50</sup>	200	180	1,10	1,1	0,3	0,0909	0,0041		
			200	180	1,10						
			200	180	1,10						
20.01.07	-//-	13 <sup>05</sup>	200	278	0,719	0,724	0,8	0,1454	0,0027		Вода течет частыми каплями.
			200	275	0,727						
			200	275	0,727						
21.01.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		
22.01.07	-//-	13 <sup>20</sup>	200	371	0,539	0,539	-	-	0,0020		
			200	370	0,541						
			200	372	0,538						
23.01.07	-//-	13 <sup>30</sup>	200	409	0,489	0,488	-	-	0,0018		Вода течет частыми каплями.
			200	410	0,488						
			200	411	0,487						
Среднее цикла 5			2400	3711	0,647	0,647	-	-	0,0024		
26.01.07	Цикл 6	15 <sup>35</sup>	200	150	1,333	1,333	0,7	0,127	0,0050		
			200	150	1,333						
			200	150	1,333						
27.01.07	-//-	12 <sup>00</sup>	200	174	1,149	1,152	1,5	0,273	0,0043		
			200	172	1,163						
			200	175	1,143						
28.01.07	-//-	10 <sup>20</sup>	200	185	1,081	1,091	1,5	0,273	0,0041		
			200	183	1,093						
			200	182	1,099						
29.01.07	-//-	12 <sup>30</sup>	200	198	1,010	1,012	1,4	0,255	0,0038		Вода течет струйкой.
			200	198	1,010						
			200	197	1,015						
30.01.07	-//-	12 <sup>40</sup>	200	205	0,976	0,980	1,0	0,182	0,0037		
			200	203	0,985						
			200	204	0,980						
Среднее цикла 6			3000	2726	1,101	1,101	1,22	0,222	0,0041		

Таблица 3.13-1.1. Расходы воды, скорость и потери напора при фильтрации в процессе промывки супесчаного грунта слоем – 5,5 см по циклам промывки на пр «Дарси» , с напором воды над поверхностью радиоактивного грунта 5,0 см водопроводной водой + ультразвук (с ретоней).  
( $S= 266 \text{ см}^2$ ;  $h_{гр}= 5,5 \text{ см}$ ;  $h_{водн}= 5 \text{ см}$ ).

Цикл промывки		Время снятия отсчета	Фильтрация				Напор		Скорость фильтрации		Примечание
Дата	№		Объем воды $W, \text{ см}^3$	Продолжительность. $t, \text{ с}$	Расход $Q = \frac{W}{t}$ $\text{см}^3/\text{с}$	$Q_{ср}$ $\text{см}^3/\text{с}$	Потери напора $\Delta H, \text{ см}$	Градиент $I = \frac{\Delta H}{h}$	$V = \frac{Q_{ср}}{S}$ , $\text{см}/\text{с}$	$V - 100$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Водопроводная вода + ультразвук. (Ретону опустили в воду).											
2.02.07	Цикл 7	11 <sup>35</sup>	200	143	1,399	1,399	1,1	0,200	0,0053		
			200	143	1,399						
			200	143	1,399						
		14 <sup>00</sup>	200	173	1,156	1,156	1,2	0,2182	0,0043		
			200	173	1,156						
			200	173	1,156						
3.02.07	-//-	12 <sup>10</sup>	200	203	0,985	0,985	1,2	0,2182	0,0037		Вода течет струйкой.
			200	203	0,985					-	-
			200	203	0,985						
4.02.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
5.02.07	-//-	12 <sup>45</sup>	200	223	0,897	0,898	2	0,3636	0,0034		
			200	222	0,901						
			200	223	0,897						
6.02.07	-//-	12 <sup>20</sup>	200	224	0,893	0,892	1,9	0,3454	0,0034		На поверх. грунта хлопья железа.
			200	225	0,889						
			200	224	0,893						
Среднее цикла 7			3000	2898	1,035	1,035	1,48	0,2691	0,0039		
9.02.07	Цикл 8	11 <sup>40</sup>	200	135	1,481	1,527	0,7	0,1273	0,0097		
			200	130	1,538						
			200	128	1,563						
		15 <sup>40</sup>	200	184	1,087	1,095	0,7	0,1273	0,0041		
			200	182	1,099						

продолжение таблицы 3.13-1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	182	1,099						
10.02.07	-//-	11 <sup>45</sup>	200	197	1,015	1,008	1,0	0,1818	0,00379		
			200	199	1,005						
			200	199	1,005						
11.02.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
12.02.07	-//-	12 <sup>55</sup>	200	221	0,905	0,906	1,6	0,2909	0,00341		Вода течет струйкой.
			200	220	0,909						
			200	221	0,905						
13.02.07	-//-	11 <sup>40</sup>	200	232	0,862	0,857	2,2	0,400	0,00322		На поверхности грунта сплошной слой железа.
			200	234	0,855						
			200	234	0,855						
Среднее цикла 8			3000	2898	0,923	0,923	1,24	0,2254	0,00347		

Таблица 3.13-2.1 Расходы воды, скорость и потери напора при фильтрации в процессе промывки супесчаного грунта слоем – 5,5 см по циклам промывки на пр «Дарси» , с напором воды над поверхностью радиоактивного грунта 5,0 см водопроводной водой + аэрация (с компрессором).  
(S= 266 см<sup>2</sup>; h<sub>гр</sub>= 5,5 см; h<sub>водн</sub>= 5 см).

Цикл промывки		Время снятия отсчета час	Фильтрация				Напор		Скорость филь-трации		Примечание
Дата	№		Объем воды W, см <sup>3</sup>	Продолжительность. t, с	Расход $Q = \frac{W}{t}$ см <sup>3</sup> /с	Q <sub>ср</sub> см <sup>3</sup> /с	Потери напора ΔH, см	Градиент $I = \frac{\Delta H}{h}$	$V = \frac{Q_{ср}}{S}$ , см/с	V -100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Водопроводная вода +аэрация (компрессор опустили в воду).											
16.02.07	Цикл 9	11 <sup>35</sup>	200	178	1,124	1,130	1,2	0,2182	0,00425		
			200	176	1,136						
			200	177	1,130						
		14 <sup>10</sup>	200	194	1,031	1,031	1,2	0,2182	0,00388		
			200	194	1,031						
17.02.07	-//-	11 <sup>40</sup>	200	216	0,926	0,926	1,5	0,2727	0,00348		
			200	216	0,926					-	-
			200	216	0,926						
18.02.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
19.02.07	-//-	11 <sup>20</sup>	200	255	0,784	0,852	1,6	0,2909	0,00320		Струя воды прерывистая до 20 сек. и выходил воздух.
	-//-		200	235	0,851						
			200	246	0,813						
20.02.07	-//-	12 <sup>30</sup>	200	240	0,833	0,811	1,7	0,3091	0,00305		
			200	250	0,800						
			200	250	0,800						
Среднее цикла 9			2800	3043	0,92	0,92	1,44	0,262	0,00346		Грунт стал ноздреватым, на поверхности слой железа.
22.02.07	Цикл 10	18 <sup>27</sup>	200	208	0,961	0,961	2,1	0,3818	0,00361		Струя воды сплошная.
			200	208	0,961						
			200	208	0,961						
23.02.07	-//-	14 <sup>20</sup>	200	226	0,885	0,884	2,2	0,400	0,00332		Вода чистая, струйка воды колышется.
			200	226	0,885						

продолжение таблицы 3.13-2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	227	0,881						
24.02.07	-//-	13 <sup>25</sup>	200	242	0,826	0,828	2,2	0,400	0,00311		Струя воды колыхается.
			200	241	0,830						
			200	242	0,826						
25.02.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
26.02.07	-//-	9 <sup>00</sup>	200	260	0,769	0,740	2,4	0,4364	0,00278		Струя воды прерывистая на 20-25 сек.
			200	290	0,690						
			200	260	0,769						
Среднее цикла 10			2400	2838	0,846	0,846	2,225	0,4045	0,00318		
1.03.07	Цикл 11	19 <sup>15</sup>	200	207	0,966	0,966	1,4	0,2545	0,00363		
			200	207	0,966						
			200	207	0,966						
2.03.07	-//-	12 <sup>00</sup>	200	235	0,851	0,851	1,5	0,2727	0,0032		Вода течет с перерывом.
			200	235	0,851						
			200	235	0,851						
3.03.07	-//-	13 <sup>20</sup>	200	265	0,755	0,753	1,8	0,3273	0,00283		
			200	265	0,755						
			200	267	0,749						
4.03.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
5.03.07	-//-	11 <sup>00</sup>	200	295	0,678	0,678	1,9	0,3455	0,0025		Струя прерывистая.
			200	290	0,690						Грунт красно-коричневого цвета.
			200	320	0,667						
Среднее цикла 11			2400	3008	0,798	0,798	1,65	0,3000	0,103		

Таблица 3.13-3.1 Расходы воды, скорость и потери напора при фильтрации в процессе промывки супесчаного грунта слоем 5,5 см по циклам промывки на приборе «Дарси» с напором воды над поверхностью радиоактивного грунта – 5 см водопроводной водой + KCl.

(S=266 см<sup>2</sup>; h<sub>гр</sub> = 5,5 см; h<sub>воды</sub> = 5 см).

Цикл промывки		Время снятия отсчета час	Фильтрация				Напор		Скорость филь-трации		Примечание
Дата	№		Объем воды W, см <sup>3</sup>	Продолжительность. t, с	Расход $Q = \frac{W}{t}$ см <sup>3</sup> /с	Q <sub>ср</sub> см <sup>3</sup> /с	Потери напора ΔH, см	Градиент $I = \frac{\Delta H}{h}$	$V = \frac{Q_{ср}}{t}$ , см/с	V -100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Водопроводная вода +KCl на поверхности грунта удобрение прикрыли слоем 2-3 мм радиоактивным грунтом											
9.03.07	Цикл 12	12 <sup>30</sup>	200	400	0,500	0,502	1,0	0,1818	0,0019		+27,6г KCl.
			200	398	0,503						Вода капает, коричневая.
			200	398	0,503						
10.03.07	-//-	12 <sup>00</sup>	200	282	0,498	0,498	1,4	0,2545	0,0027		Вода течет чистая
			200	282	0,498						
			200	282	0,498						
11.03.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.03.07	-//-	12 <sup>45</sup>	200	309	0,647	0,644	2,3	0,4182	0,0024		
			200	310	0,645						
			200	312	0,641						
13.03.07	-//-	12 <sup>35</sup>	200	312	0,641	0,641	2,2	0,400	0,0024		Вода течет чистая.
			200	312	0,641						На поверхности слой железа.
			200	312	0,641						
Среднее цикла 22			2400	4262	0,563	0,563	1,725	0,3136	0,0021		
16.03.07	Цикл 13	12 <sup>00</sup>	200	330	0,606	0,606	1,6	0,2909	0,00228		+27,6г KCl
			200	330	0,606						Вода течет ржавая.
			200	330	0,606						
17.03.07	-//-	11 <sup>40</sup>	200	280	0,714	0,719	2,5	0,4545	0,0027		Вода чистая, течет струйкой.
			200	277	0,722						
			200	278	0,719						
18.03.07	-//-	10 <sup>56</sup>	200	287	0,697	0,698	2,3	0,4182	0,00262		Вода чистая, струя прерыви-стая.
			200	286	0,699						

продолжение таблицы 3.13-3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	287	0,697						
19.03.07	-//-	14 <sup>00</sup>	200	295	0,678	0,678	7,3	1,3272	0,00255		Увеличились потери напора.
			200	295	0,678						
			200	295	0,678						
20.03.07	-//-	10 <sup>30</sup>	200	304	0,658	0,656	6,3	1,1455	0,00245		
			200	304	0,658						
			200	304	0,658						
			300	460	0,652						
Среднее цикла 13			3300	4942	0,668	0,668	4,0	0,7273	0,00251		
23.03.07	Цикл 14	12 <sup>40</sup>	200	252	0,794	0,783	8,5	1,5454	0,0029		+13,8 КСІ, вода течет струей.
			200	2524	0,787						
			200	260	0,769						
24.03.07	-//-	12 <sup>00</sup>	200	270	0,741	0,727	10	1,8187	0,0027		Вода чистая, течет струей.
			200	275	0,727						
			200	280	0,714						
26.03.07	-//-	12 <sup>10</sup>	200	452	0,442	0,442	7,8	1,2873	0,00165		Перерыв подачи воды.
			200	454	0,440						Слой воды на поверхности 1 см.
			200	429	0,466						
			200	358	0,559	0,546	11,5	2,0909	0,0021		Слой воды на по верх. – 7 см.
			200	325	0,615						Вода течет струйкой.
			200	315	0,635						
			200	315	0,635						
27.03.07	Цикл 14	11 <sup>30</sup>	200	299	0,669	0,672	11,9	2,1636			Вода течет с перерывом.
			200	295	0,678						
			200	299	0,669						
Среднее цикла 14			3200	5132	0,624	0,624	9,94	1,8073	0,00295		
30.03.07	Цикл 15	14 <sup>00</sup>	200	210	0,952	0,969	4,8	0,873	0,00364		Не вносили КСІ.
			200	203	0,985						Вода идет с перерывом, слегка желтая.
			200	206	0,971						
31.03.07	-//-	13 <sup>40</sup>	200	268	0,746	0,733	4,8	0,873	0,00276		Струя чистая, прерывистая.
			200	275	0,727						
			200	275	0,727						

продолжение таблицы 3.13-3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.04.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
2.04.07	-//-	10 <sup>35</sup>	200	285	0,702	0,702	6,4	1,164	0,00264		Струя прерывистая.
			200	285	0,702						
			200	285	0,702						
3.04.07	-//-	11 <sup>30</sup>	200	295	0,678	0,677	6,5	1,182	0,00254		Струя прерывистая.
			200	296	0,676						
			200	295	0,678						
Среднее цикла 15			2400	3178	0,755	0,755	5,63	1,024	0,00284		

Таблица 3.13-4 – Изменение активности супесчаного мерзлого грунта слоем 4,5 см по циклам промывки на приборе «Дарси» при напоре воды на поверхности – 5,5 см. ( $S=266 \text{ см}^2$ ;  $h_{гр} = 4,5 \text{ см}$ ;  $h_{вода} = 5,5$ ).

Дата опред. актив.	№ № цикла промывки и слой грунта	Продолжительность промывки сут	Слой радиоактивного грунта		Активность сухой пробы					
			h, см	Масса сухой пробы г	Навеска г	Масса н.гр. г	Фон Бк	Актив. навески Бк	Удельн. актив. Бк/кг	Изменение + – Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Грунт из опыта 13 и 13-3 после промывки водопроводной водой, цикл 15										
5.04.07	Начало	-	4,5	1314						
	верх. слой		2,0	638	285	65,90	70,2	2682	9166	
	нижн. слой		2,5	676	285	51,50	70,2	3099	10629	
9.04.07	Замочка водопроводной водой									
		-	4,5	2414						
10.04.07	Заморозка в холодильнике (-7 <sup>0</sup> -8 <sup>0</sup> ) с 10.04.07г до 14.04.07г									
			4,5	2244						
Промывка замороженного брикета.										
21.05.07	Цикл 20	4	2	618	285	66,79	70,2	2598	8870	-296
			2,5	696	-	-	-	-	-	-
Промывка незамороженного грунта с 21.05.07г до 14.06.07г										
28.05.07	Цикл 21	4								
	верх. слой		2,0	596	285	67,30	70,2	2532	8638	-171
	нижн. слой		2,5	718	-	-	-	-	-	-
5.06.07	Цикл 22	4								
	верх. слой		2,0	550	285	67,59	70,2	2495	8508	-130
	нижн. слой		2,5	764	-	-	-	-	-	-
14.06.07	Цикл 23	5								
	верх. слой		2,0	572	285	68,05	70,2	2390	8140	-369
	нижн. слой		2,5	742	-	-	-	-	-	-
Промывка односуточным циклом, водопроводной водой.										
18.06.07	Цикл 24	1								
	верх. слой		2,0	614	285	68,65	70,2	2385	8123	-17
	нижн. слой		2,5	700	-	-	-	-	-	-
Промывка односуточным циклом, водопроводной водой +13,4г. аммиачной селитры на поверхности грунта.										
23.06.07	Цикл 25	1								

продолжение таблицы 3.13-4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	верх. слой		2,0	674	285	68,19	70,2	2380	8069	-54
	нижн. слой		2,5	640	-	-	-	-	-	-
Промывка односуточным циклом, водопроводной водой с предварительной замочкой грунта 1 сутки.										
30.06.07	Цикл 26	1								
	верх. слой		2,0	623	285	68,25	70,2	2329	7926	-143
	нижн. слой		2,5	691	-	-	-	-	-	-
Промывка 0,5 суток, водопроводной водой с предварительной замочкой грунта 1 сутки.										
7.07.07	Цикл 27	0,5								
	верх. слой		2,0	762	285	68,43	70,2	2327	7919	-7
	нижн. слой		2,5	552	-	-	-	-	-	-
30.06.07	Цикл 28	0,5								
	верх. слой		2,0	570	285	69,05	70,2	2295	7803	-116
	нижн. слой		2,5	744	-					
Промывка таже, что в цикле 27 и 28 + максимально увеличена скорость фильтрации										
23.07.07	Цикл 29	0,5								
	верх. слой		2,0	714	425	69,35	70,2	2198	7465	-338
	нижн. слой		2,5	600	714	64,75	70,2	2457	8374	

Таблица 3.13-4.1. Расходы воды, скорости и потери напора при фильтрации в процессе промывки супесчаного мерзлого грунта слоем – 4,5 см, по циклам промывки на приборе «Дарси» с напором воды над поверхностью радиоактивного грунта – 5,5 см.

Цикл промывки		Время снятия отсчета  час	Фильтрация				Напор		Скорость фильтрации		Примечание
Дата	№		Объем воды  W, см <sup>3</sup>	Продолжительность  t, с	Расход $Q = \frac{W}{t}$  см <sup>3</sup> /с	Q <sub>ср</sub>  см <sup>3</sup> /с	Потери напора  ΔH, см	Градиент $I = \frac{\Delta H}{h}$	$V = \frac{Q_{ср}}{S}$ ,  см/с	V -100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Брикет грунт 14x19x5,5 см – заморожен в холодильнике – 5 суток.											
14.05.07	Цикл 20	15 <sup>00</sup>	200	48	4,167	4,225	11,8	2,622	0,0159		Мерзлый грунт.
			200	47	4,255						Вода течет сплошной струей.
			200	47	4,255						
15.05.07	-//-	13 <sup>25</sup>	200	147	1,361	1,311	12,6	2,800	0,0049		Грунт оттаял.
			200	151	1,325						Струя прерывистая.
			200	156	1,282						
			200	156	1,282						Струя сплошная.
16.05.07	-//-	12 <sup>45</sup>	200	225	0,889	1,046	13,0	2,888	0,0039		
			200	180	1,111						
			200	180	1,111						
			200	180	1,111						
17.05.07	-//-	14 <sup>05</sup>	200	163	1,227	1,230	13,3	2,956	0,0046		
			200	162	1,235						
			200	163	1,235						
18.05.07	-//-	12 <sup>55</sup>	200	166	1,205	1,205	13,3	2,956	0,0045		
			200	166	1,205						
			200	166	1,205						
Среднее цикла 20			3400	2503	1,358	1,358	12,8	2844	0,0051		Грунт покрыт железом.
22.05.07	Цикл 21	19 <sup>00</sup>	200	113	1,770	1,806	13,3	2,956	0,0068		Без заморозки.
			200	110	1,818						Струя с перерывом.
			200	110	1,818						
			200	110	1,818						
23.05.07	-//-	11 <sup>25</sup>	200	143	1,339	1,286	13,1	2,911	0,0048		
			200	162	1,235						

продолжение таблицы 3.13-4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	161	1,242						
			200	156	1,282						
24.05.07	-//-	12 <sup>55</sup>	200	164	1,220	1,234	12,5	2,778	0,0046		Струя сплошная
			200	162	1,235						
			200	160	1,250						
25.05.07	-//-	11 <sup>59</sup>	200	160	1,250	1,250	13,1,	2,911	0,0047		
			200	160	1,250						
			200	160	1,250						
26.05.07	-//-	14 <sup>00</sup>	200	180	1,111	1,111	13,2	2,933	0,042		
			200	180	1,111						
			200	180	1,111						
Среднее	Цикл 21		3400	2571	1,322	1,322	13,04	2,898	0,0050		Грунт ноздреватый, покрыт железом.
29.05.07	Цикл 22	11 <sup>10</sup>	200	150	1,333	1,379	12,0	2,933	0,0052		Без заморозки.
			200	140	1,429						Струя сплошная, желтая.
			200	145	1,379						
30.05.07	-//-	11 <sup>00</sup>	200	180	1,111	1,178	13,4	2,978	0,0044		Струя с перерывом.
			200	167	1,198						Струя сплошная, чистая.
			200	166	1,205						
			200	166	1,205						
31.05.07	-//-	17 <sup>45</sup>	200	165	1,212	1,197	14,0	3,111	0,0045		
			200	168	1,190						
			200	168	1,190						
1.06.07	Цикл 22	12 <sup>55</sup>	200	178	1,124	1,126	14,3	3,178	0,0042		Струя сплошная
			200	177	1,300						
			200	178	1,124						
2.06.07	-//-	11 <sup>45</sup>	200	186	1,075	1,0714	14,4	3,20	0,0040		
			200	187	1,070						
			200	187	1,070						
Среднее цикла 22			3200	2708	1,182	1,182	13,86	3,08	0,0044		
6.06.07	Цикл 23	14 <sup>40</sup>	200	190	1,053	1,119	12	2,667	0,0042		Без заморозки.
			200	175	1,143						Струя прерывистая, желтая.

продолжение таблицы 3.13-4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	175	1,143						
			200	175	1,143						
7.06.07	-//-	19 <sup>15</sup>	200	189	1,058	1,056	12,2	2,711	0,00397		Струя сплошная.
			200	190	1,053						
			200	189	1,058						
8.06.07	-//-	18 <sup>00</sup>	200	160	1,250	1,266	12,8	2,844	0,0048		Перерыв в подаче воды-3 часа
			200	157	1,274						Вода перелилась через край «Дарси».
			200	157	1,274						
9.06.07	-//-	11 <sup>00</sup>	200	174	1,149	1,149	14,2	3,156	0,0043		Струя сплошная
			200	174	1,149						
			200	174	1,149						
10.06.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.06.07	-//-	9 <sup>00</sup>	200	180	1,111	1,111	14,5	3,222	0,0042		
			200	180	1,111						
			200	180	1,111						
Среднее цикла 23			3200	2819	1,135	1,135	13,14	2,92	0,0043		

Таблица 3.13-5.1 Расходы воды, скорость фильтрации и потери напора в процессе промывки супесчаного грунта слоем – 4,5 см по коротким 0,5 и 1,0 суточным циклам промывки на приборе «Дарси», с напором воды над поверхностью радиоактивного грунта – 5,5 см, водопроводной водой + селитра и суточная замочка грунта.  $S = 266 \text{ см}^2$ .

Цикл промывки		Время снятия отсчета час	Фильтрация				Напор		Скорость филь-трации		Примечание
Дата	№		Объем воды $W, \text{ см}^3$	Продолжительность $t, \text{ с}$	Расход $Q = \frac{W}{t}$ $\text{см}^3/\text{с}$	$Q_{\text{ср}}$ $\text{см}^3/\text{с}$	Потери напора $\Delta H, \text{ см}$	Градиент $I = \frac{\Delta H}{h}$	$V = \frac{Q_{\text{ср}}}{S}$ , $\text{см}/\text{с}$	$V - 100$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Односуточная промывка водопроводной водой.											
15.06.07	Цикл 24	12 <sup>20</sup>	200	155	1,29	1,29	12,4	2,756	0,0048		Вода течет струйкой ржавая.
			200	155	1,29						
			200	155	1,29						
16.06.07	-//-	13 <sup>10</sup>	200	212	0,943	0,939	14,8	3,289	0,0035		Вода течет с перерывом.
			200	214	0,935						Вода сплошная струйка.
			200	213	0,939						
Среднее цикла 24			1200	1104	1,089	1,089	13,6	3,022	0,004		
Односуточная промывка + 13,44г аммиачной селитры на поверхность грунта.											
19.06.07	Цикл 25	16 <sup>05</sup>	200	200	1,000	1,014	12,8	2,844	0,0038		Вода течет сплошной струйкой.
			200	197	1,015						
			200	195	1,026						
21.06.07	-//-	8 <sup>55</sup>	200	210	0,952	0,948	14,8	3,289	0,0036		Струя прерывистая.
			200	212	0,943						Струя сплошная.
			200	211	0,948						
Среднее цикла 25			1200	1225	0,980	0,980	13,8	3,067	0,0037		
Односуточная промывка, после односуточной замочки грунта верхнего слоя в специальной площадке, водопроводной водой.											
26.06.07	Цикл 26	14 <sup>35</sup>	200	188	1,0638	1,1601	13,5	4,5	0,00436		Струя прерывистая.
			200	187	1,0695						Струя сплошная.
			200	185	1,0811						Струя прерывистая.
			200	150	1,333						Струя прерывистая.
			200	152	1,315						
27.06.09	-//-	16 <sup>45</sup>	200	197	1,0152	1,0126	15,5	5,167	0,0038		
			200	197	1,0152						

продолжение таблицы 3.13-5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	198	1,0101						
			200	198	1,0101						
Среднее цикла 26			1800	1652	1,0896	1,0896	14,4	4,233	0,0041		
Промывка 0,5 суток, после односуточной замочки грунта верхнего слоя в специальной площадке, водопроводной водой.											
3.07.07	Цикл 27	11 <sup>00</sup>	200	146	1,370	1,370	12,6	4,2	0,0052		Струя сплошная.
			200	146	1,370						
			200	146	1,370						
3.07.07	-//-	12 <sup>00</sup>	200	174	1,149	1,145	13,7	4,567	0,0043		Струя сплошная.
			200	175	1,143						-//-
			200	175	1,143						-//-
Среднее цикла 27			1200	962	1,247	1,247	13,15	4,383	0,00469		
9.07.07	Цикл 28	10 <sup>35</sup>	200	237	0,844	0,824	12,9	4,3	0,0033		Вода рыжая.
			200	215	0,930						
			200	225	0,889						
			200	228	0,877						
9.07.07	-//-	22 <sup>30</sup>	200	218	0,917	0,906	14	4,667	0,0034		
			200	222	0,901						
			200	222	0,901						
Среднее цикла 28			1400	1567	0,893	0,893	13,14	4,483	0,0034		
Промывка 0,5 суток, после односуточной замочки грунта верхнего слоя в специальной площадке, водопроводной водой.											
Максимально увеличена скорость фильтрации.											
17.07.07	Цикл 29	10 <sup>15</sup>	200	145	1,379	1,316	11,5	3,833	0,0049		Максимально открыт сброс.
			200	155	1,290						Струя выходит порциями с перерывами.
			200	155	1,290						
			200	155	1,290						
			200	150	1,333	1,054	14,3	4,767	0,00396		
17.07.07	-//-	22 <sup>10</sup>	200	189	1,058						
			200	190	1,053						
			200	190	1,053						
Среднее цикла 29			1600	1329	1,204	1,204	12,9	4,3	0,00453		

Таблица 3.13.6 – Изменение активности супесчаного грунта слоем 3,0 см по циклам промывки на пр. «Дарси» при увеличенном напоре воды над поверхностью радиоактивного грунта до 30 см.

( $S = 266 \text{ см}^2$ ;  $h_{\text{гр}} = 3 \text{ см}$ ;  $h_{\text{вода}} = 30 \text{ см}$ ).

Дата опред. актив.	№, № цикла промывки и слой грунта.	Продолж. цикла.  сут	Слой радиоактивного грунта		Активность сухой пробы					
			Глубина.  h, см	Масса сухой про- бы.  г	Навеска  г	Масса н. гр.  г	Фон  Бк	Актив. навески  Бк	Удель. актив.  Бк/кг	Изменен. +  Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Грунт из опыта 13-4 и 13-5 после промывки с максимально увеличенной скоростью фильтрации в цикле 29										
23.07.07	Начало	-	3							-
	верх. слой		1,0	4,25	285	69,35	70,2	2198	7465	-
	нижн. слой		2,0	714	285	64,75	70,2	2457	8374	-
24.07.07	Из прибора «Дарси» убрали 23 см крупнозернистого песка, чтобы увеличить слой воды над поверхностью радиоактивного грунта									
Промывка 0,5 суток водопроводной водой с увеличенным напором до 30 см										
27.07.07	Цикл 30	0,5								
	верх. слой		1,0	386	285	69,15	70,2	2176	7386	-79
	нижн. слой		2,0	-	-	-	-	-	-	-
То же, что в цикле 30, после односуточной замочки грунта верхнего слоя										
31.08.07	Цикл 31	0,5								
	верх. слой		1,0	384	285	69,05	70,2	2149	7294	-92
	нижн. слой		2,0	-	-	-	-	-	-	-
То же, что в цикле 30, после двухсуточной замочки грунта верхнего слоя										
9.08.07	Цикл 32	0,5								
	верх. слой		1,5	476	285	68,25	70,2	2108	7150	-144
	нижн. слой		1,5	-	-	-	-	-	-	-
Длительная промывка – 23 суток, без замочки, с увеличенным напором до 30 см										
4.09.07	Цикл 33	23								
	верх. слой		1,5	426	285	67,89	70,2	1980	6701	-449
	нижн. слой		1,5	494	285	65,85	70,2	2231	7932	-442
Радиоактивный грунт лежал в полиэтиленовом мешке в комнатных условиях с 4.09.07г до 4.02.08 г.										
4.02.08	Цикл 34	-								
	верх. слой		1,5	426	285	68,05	70,2	1903	6431	-270

продолжение таблицы 3.13-6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	нижн. слой		1,5	494	285	66,71	70,2	2195	7455	-477
<p>Сухой грунт вынесли на мороз с 5.02.08г до 24.02.08г.  Морозных дней было мало, были дожди. Грунт был высушен, измельчен и проверен еще раз на активность.</p>										
5.03.08	Цикл 35	-								
	верх. слой		1,5	486	285	68,75	70,2	1944	6599	-
	нижн. слой		1,5	494	285	66,15	70,2	2228	7583	-

Таблица 3.13-6.1. Расходы воды, скорость и потери напора при фильтрации в процессе промывки супесчаного грунта слоем – 3 см на пр. «Дарси» с напором воды над поверхностью радиоактивного грунта – 30 см.

Цикл промывки		Время снятия отсчета	Фильтрация				Напор		Скорость фильтрации		Примечание
Дата	№		Объем воды	Продолжительность.	Расход	Q <sub>ср</sub>	Потери напора	Градиент	V = $\frac{Q_{ср}}{S}$ ,	V -100	
1	2	час	W, см <sup>3</sup>	t, с	Q = $\frac{W}{t}$ см <sup>3</sup> /с	см <sup>3</sup> /с	ΔH, см	I = $\frac{\Delta H}{h}$	см/с	11	12
Промывка 0,5 суток, без замочки, увеличен напор воды до 30 см. (Вынули часть щебня из пр. «Дарси» и этим увеличили слой воды над грунтом)											
24.07.07	Цикл 30	12 <sup>15</sup>	200	23	8,694	8,695			0,0327		Струя сплошная, сильная.
			200	23	8,694						
			200	23	8,694						
24.07.07	Цикл 30	13 <sup>10</sup>	200	32	6,250	6,250			0,0235		Открыли вентиль полностью.
			200	32	6,250						Струя прерывистая.
			200	32	6,250						
			200	32	6,250						
27.07.07	Цикл 30	21 <sup>15</sup>	200	47	4,255	4,329			0,0163		Сливная труба закуп. железом Слой воды 15 см над грунтом
			200	47	4,255						
			200	47	4,255						
			200	45	4,444						
			200	45	4,444						
Среднее	Цикла 30		1800	332	5,422	5,422			0,0204		
Промывка 0,5 суток, после односуточ. замочки в специальной площадке водопроводной водой, увеличенный напор воды до 30 см											
31.07.07	Цикл 31	9 <sup>35</sup>	200	43	4,651	4,688	22,5	7,5	0,0176		Струя порциями
			200	40	5,000						Сливная труба забивается железом
			200	45	4,444						
31.07.07	-//-	20 <sup>05</sup>	200	68	3,509	3,497	20,5	6,833	0,0129		Струя порциями, вода желтая.
			200	68	3,509						
			200	55	3,636						
			200	60	3,333						
			200	58	3,509						
Среднее	Цикла 31		1600	414	3,865	3,865	21,5	7,166	0,0145		

Тоже, что в цикле 31, после двухсуточной замочки

продолжение таблицы 3.13-6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6.08.07	Цикл 32	10 <sup>15</sup>	200	37	5,405	5,217	23,6	7,867	0,0196		Струя порциями с перерывом
			200	40	5,000						
			200	40	5,000						
			200	37	5,405						
			200	38	5,263						
			200	38	5,263						
6.08.07	-//-	21 <sup>25</sup>	200	60	3,333	3,187	24,1	8,033	0,0120		Струя порциями с перерывом
			200	65	3,077						
			200	61	3,279						
			200	65	3,077						
Среднее	Цикла 32		2000	481	4,158	4,158	23,86	7,95	0,0156		
Длительная промывка – 23 суток, без замочки, увеличенный напор воды до 30 см.											
10.08.07	Цикл 33	11 <sup>15</sup>	200	47	4,255	4,367	25,35	8,333	0,0164		Струя порциями
			200	47	4,255						
			200	45	4,444						
			200	45	4,444						
			200	45	4,444						
11.08.07	-//-	10 <sup>25</sup>	200	67	2,985	3,065	25,7	8,567	0,0115		Струя порциями
			200	65	3,077						
			200	65	3,077						
			200	67	3,125						
12.08.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Струя порциями
13.08.07	-//-	9 <sup>45</sup>	200	80	2,500	2,667	20,4	6,800	0,0100		
			200	75	2,857						
			200	75	2,857						
			200	75	2,857						
			200	75	2,857						
14.08.07	-//-	9 <sup>00</sup>	200	83	2,409	2,475	20,4	6,800	0,0093		Струя порциями
			200	79	2,532						
			200	80	2,500						
			200	80	2,500						
			200	82	2,439						
15.08.07	-//-	12 <sup>40</sup>	200	70	2,857	2,857	27,0	9,00	0,0107		Было прекращение подачи воды на 10 часов
			200	70	2,857						
			200	70	2,857						- струя сплешная, много железа.

продолжение таблицы 3.13-6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	70	2,857						
16.08.07	-//-	10 <sup>10</sup>	200	87	2,299	2,320	25,3	8,433	0,00872		Струя пульсирующая
			200	87	2,299						Струя порциями
			200	87	2,299						
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						
17.08.07	-//-	9 <sup>30</sup>	200	90	2,222	2,272	25,4	8,467	0,00854		Струя порциями
			200	90	2,222						
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						Струя сплошная
			200	90	2,222						Струя порциями
18.08.07	-//-	9 <sup>00</sup>	200	83	2,410	2,410	25,3	8,433	0,00906		Струя пульсирующая, но сплошная
			200	83	2,410						
			200	83	2,410						
			200	83	2,410						
19.08.07	-//-	9 <sup>00</sup>	200	85	2,353	2,387	25,3	8,433	0,00897		
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						
			200	82	2,439						
			200	82	2,439						
20.08.07	-//-	9 <sup>10</sup>	200	90	2,222	2,415	23,3	7,767	0,00908		Струя порциями
			200	85	2,353						
			200	87	2,597						
			200	80	2,500						Струя сплошная
			200	82	2,439						
21.08.07	Цикл 33	10 <sup>20</sup>	200	85	2,353	2,364	24,3	8,100	0,00889		Струя воды порциями
			200	83	2,410						
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						Струя сплошная, пульсирующая
			200	85	2,353						
22.08.07	-//-	10 <sup>00</sup>	200	85	2,353	2,353	24,2	8,067	0,00884		Струя порциями
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						
23.08.07	-//-	9 <sup>50</sup>	200	83	2,410	2,427	22,2	7,400	0,00912		

продолжение таблицы 3.13-6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	83	2,410						
			200	83	2,410						
			200	80	2,500						Струя порциями
			200	83	2,410						
24.08.07	-//-	9 <sup>45</sup>	200	85	2,353	2,353	24,5	8,157	0,00884		
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						Струя порциями
			200	85	2,353						
25.08.07	-//-	9 <sup>40</sup>	200	83	2,410	2,421	25,8	8,600	0,00910		Было отключение подачи воды
			200	83	2,410						
			200	83	2,410						
			200	82	2,439						
			200	82	2,439						
26.08.07	-//-	940	200	90	2,222	2,336	24,7	8,233	0,00878		Струя порциями
			200	83	2,410						Струя пульсирующая
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						
27.08.07	-//-	9 <sup>20</sup>	200	85	2,353	2,342	24,6	8,200	0,0088		Струя порциями
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						
			200	86	2,326						
			200	86	2,326						
28.08.07	-//-	11 <sup>00</sup>	200	90	2,222	2,252	25,3	8,433	0,00847		
			200	90	2,222						
			200	88	2,273						
			200	90	2,222						
			200	86	2,326						
29.08.07	-//-	10 <sup>35</sup>	200	92	2,174	2,174	25,1	8,367	0,00817		
			200	92	2,174						
			200	92	2,174						
			200	92	2,174						
			200	92	2,174						
30.08.07	-//-	20 <sup>50</sup>	200	85	2,353	2,304	27	9,000	0,00866		Был перерыв в подаче воды

продолжение таблицы 3.13-6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	85	2,353						
			200	85	2,353						Струя порциями
			200	88	2,273						
			200	88	2,273						
31.08.07	Цикл 33	12 <sup>05</sup>	200	100	2,000	2,066	26,5	8,833	0,0078		Струя воды порциями
			200	95	2,105						
			200	93	2,150						
			200	97	2,062						
			200	99	2,020						
1.09.07	-//-	14 <sup>25</sup>	200	97	2,062	2,032	26,9	8,967	0,00764		
			200	100	2,00						
			200	100	2,00						
			200	95	2,105						
			200	100	200						
Среднее	Цикла 33		22200	9172	2,420	2,42	24,89	8,297	0,0091		

**ОПЫТ 29. пр. «Дарси», заморозка. Вымыв радионуклидов цезия – 137 водопроводной водой на приборе «Дарси», из 5,5 см слоя супесчаного грунта с первоначальной удельной активностью – 8621 Бк/кг, прошедшего один длительный период заморозки.**

*Исходные данные к опыту 29.*

Опыт вымыва цезия-137 из 5,5см слоя мерзлого супесчаного грунта, проводился в комнатных условиях, на приборе «Дарси» водопроводной водой, при создании постоянного напора воды 5,0 см над поверхностью исследуемой пробы.

Радиоактивный грунт слоем 5,5см во влажном состоянии подвергался предварительной заморозке в течении 36 суток. Первоначальная промывка проводилась из мерзлого брикета супесчаного грунта.

Радиоактивный грунт – супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, темно-серого цвета, общей массой 1700 Бк/кг, с первоначальной удельной активностью 8621 Бк/кг, отбирался из верхнего 10см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на.

Подача воды в прибор «Дарси», для промывки грунта, осуществлялась непосредственно из водопроводной трубы и регулировалась специальными задвижками, потери напора определялись по пьезометрам.

Общая площадь фильтрации воды через слой 5,5 см радиоактивного грунта соответствует поперечному сечению прибора «Дарси» с габаритами в плане (14 x 19) см и равна 266см<sup>2</sup>.

Схема установки прибора «Дарси», размещение в нем исследуемой пробы мерзлого грунта и засыпка сухой пробы, подача и сброс лишней водопроводной воды, отвод фильтрационной воды, представлены на **рис. 3.11.** (см. **Часть III.3.9, опыт 11).**

*Цель проведения опыта 29.*

Изучить влияние длительного промораживания влажного радиоактивного грунта на вымыв цезия-137 из верхнего 5,5 см слоя.

*Условия проведения опыта 29.*

Подготовка исследуемой пробы сухого грунта, увлажнение и заморозка его в холодильнике при температуре  $-(7\div 8^{\circ})\text{C}$ , размещение пробы в приборе «Дарси» для промывки водопроводной водой, измерение ежесуточных расходов фильтрации, извлечение радиоактивного грунта из прибора «Дарси» для определения активности, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла промывки, независимо от его продолжительности.

**1. Подготовка и засыпка радиоактивного сухого грунта в прибор «Дарси» проводились в настоящем опыте 29 точно так же, как в опыте 11.**

**2. Подготовка и размещение в приборе «Дарси» брикета мерзлого радиоактивного грунта.**

- Для приготовления мерзлого брикета использовался пластмассовый лоток прямоугольной формы с габаритами (14x19x6,5)см, с дренажными отверстиями в дне (100шт), диаметром по 0,4 см.

Внутренняя часть лотка, вдоль стенок, выстилалась полиэтиленовой пленкой, по дну стеклохолстом в 1 слой. Пленка и стеклохолст скреплялись между собой по периметру дна, образовывался мешок.

- В лоток засыпался подготовленный, измельченный, радиоактивный грунт общей массой – 1700г, слоем 5,5см без дополнительного уплотнения.

Поверхность засыпки выравнивалась деревянной линейкой.

- Засыпанный грунт в лотке увлажнялся дождевой водой до ППВ. Воду заливали осторожно черпаком по мере впитывания. Для увлажнения использовалось – 900г воды (сдренировало – 170г).

- Лоток с увлажненным грунтом, общей массой 2440г (в т.ч. масса пустого лотка с полиэтиленовым мешком и стеклохолстом – 190г), размещался на природе с отрицательной температурой.

- Период заморозки грунта на природе с 27.02.07г до 12.03.07г составил 13 суток при температуре в пределах от – 10°С до +3°С. С 12.03.07г до 5.04.07г лоток с мерзлым грунтом поместили в морозильную камеру холодильника с постоянной отрицательной температурой – (7÷8°)С.

Общий период заморозки влажного супесчаного грунта перед началом промывки его в приборе «Дарси» составил – 36 суток.

Общая масса лотка с замороженным грунтом через 36 суток уменьшилась на 40г.

- Промороженный брикет радиоактивного грунта слоем 5,5см освобождался от пластмассового лотка, и прямо в полиэтиленовом мешке с дном из стеклохолста, размещался в приборе «Дарси» на слой крупно-зернистого песка.

Стеклохолст – служит разделительной полосой между слоем крупно-зернистого песка в приборе «Дарси» и слоем замороженного радиоактивного грунта.

3. Промывка радиоактивного грунта и определение фильтрационных расходов в настоящем опыте проводились по тому же принципу, что в опытах 11; 13.

- промывка замороженного грунта проводилась в течении 4-х циклов продолжительностью 4-5 суток каждый.

- В течении каждого цикла, один раз в сутки, производился замер расхода фильтрации и потерь напора по пьезометрам.

- В первом цикле проводилась промывка мерзлого брикета. Брикет оттаивал в приборе «Дарси» под слоем 5 см водопроводной воды в процессе промывки.

Скорость фильтрации в начале первого цикла промывки большая, т.к. вода легко проходит в щели между стенками прибора «Дарси» и полиэтиленовым мешком облегающим грани мерзлого брикета.

Через час брикет грунта оттаивает, грунт плотно прилегает к стенкам прибора «Дарси» и фильтрация устанавливается.

4. Изъятие радиоактивного грунта из прибора «Дарси» и определение его активности проводилось по одной методике с опытами 11 и 13.

- В конце каждого цикла промывки из прибора «Дарси» подлежал изъятию мокрый грунт верхнего радиоактивного слоя – 2см.

- Грунт нижнего слоя извлекался из прибора «Дарси» только один раз, в конце опыта 29 (см. цикл 4, таблица 3.29).

- Подготовленный радиоактивный грунт, после каждого цикла промывки, проверялся на активность цезия-137 на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой – 285г.

Основные условия проведения опыта, фильтрационные расходы и результаты изменения активности исследуемой пробы, после каждого цикла промывки, приведены в таблицах 3.29; 3.29.1.

*Вывод к опыту 29.*

1. Вымыв цезия-137 из супесчаного грунта слоем 4,5см, после длительно го промораживания, в течении – 36 суток.

- Суточный вымыв из мерзлого грунта в виде брикета, прошедшего 36-ти суточное промораживание при отрицательной температуре  $-(7\div 10^{\circ})\text{C}$ , при среднем расходе фильтрации –  $1,652\text{ см}^3/\text{с}$ , составил:

$384\text{ Бк/кг} : 5\text{ сут} = 76,8\text{ Бк/кг в сут}$  (см. таблицу 3.29, цикл 1).

Суточный вымыв из супесчаного грунта, не подвергавшегося заморозке в последующих 3-х циклах, при среднем расходе фильтрации –  $0,929\text{ см}^3/\text{с}$ , составил:

$(8+162+113)\text{ Бк/кг} : 12\text{ сут} = 23,5\text{ Бк/кг в сут}$ . (см. таблицу 3.29, цикл 2; 3; 4).

2. Вымыв цезия-137 из супесчаного грунта слоем 4,5 см, после короткого промораживания в течении – 5 суток.

- Суточный вымыв из мерзлого грунта в виде брикета, прошедшего 5-ти суточное промораживание при отрицательной температуре –  $(7\div 8^{\circ})\text{C}$ , при среднем расходе фильтрации –  $1,358\text{ см}^3/\text{с}$ , составил:

$296\text{ Бк/кг} : 4\text{ сут} = 74\text{ Бк/кг в сут}$  (см. таблицу 3.13-4, цикл 20, опыт 13-4).

Суточный вымыв из супесчаного грунта, не подвергавшегося заморозке в последующих 3-х циклах, при среднем расходе фильтрации –  $1,213\text{ см}^3/\text{с}$ , составил:

$(171+130+369)\text{ Бк/кг} : 13\text{ сут} = 51,5\text{ Бк/кг}$  (см. таблицу 3.13-4, циклы 21; 22; 23, опыт 13- 4).

3. Вымыв цезия-137 из мерзлого грунта в  $1,5\div 3$  раза больше, чем из немерзлого грунта.

Длительность промораживания, практически, не оказывает влияния на величину промывки.

- При 36- суточном промораживании грунта – суточный вымыв – 76,8 Бк/кг.

- При 5- суточном промораживании грунта – суточный вымыв – 74 Бк/кг.

Таблица 3.29 – Изменение активности замороженного супесчаного грунта в виде брикета (14-18x5,5) см по циклам промывки на приборе «Дарси», при напоре воды над поверхностью радиоактивного грунта – 5 см. ( $S=266 \text{ см}^2$ ;  $h_{гр} = 5,5 \text{ см}$ ;  $h_{вода} = 5 \text{ см}$ ).

Дата определения активности.	№ № цикл промывки и слой грунта	Продолжительность промывки сут	Слой радиоактивного грунта		Активность сухой пробы грунта					
			Глубина h, см	Масса сухой пробы г	Навеска г	Масса н.гр. г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность Бк/кг	Изменение + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27.02.06	Начало	-	5,5	1700	285	56,52	70,2	252,9	8621	-
27.02.07	Замочка дождевой водой									
		-	5,5	2440	-	-	-	-	-	-
27.02.07	Заморозка в поле (-10 <sup>0</sup> до +3 <sup>0</sup> ) с 27.02.07г до 12.03.07г.									
			5,5	2440	-	-	-	-	-	-
12.03.07	Заморозка в холодильнике (-7 <sup>0</sup> - 8 <sup>0</sup> ) с 12.03.07г до 5.04.07г.									
			5,5	2400	-	-	-	-	-	-
Промывка замороженного брикета с 5.04.07г до 10.04.07г										
12.04.07	Цикл 1	5,0	5,5							
	верх. слой		2,0	508	285	52,65	70,2	2415	8227	-394
	нижн. слой		3,5	1192	-	-	-	-	-	
Промывка незамороженного грунта с 13.04.07г до 16.05.07г.										
20.04.07	Цикл 2	4	5,5							
	верх. слой		2,0	684	285	54,95	70,2	2412	8219	-8
	нижн. слой		3,5	-	-	-	-	-	-	
28.04.07	Цикл 3	4	5,5							
	верх. слой		2,0	584	285	58,05	70,2	2366	8057	-162
	нижн. слой		3,5	-	-	-	-	-	-	
16.05.07	Цикл 4	4	5,5							
	верх. слой		2,0	640	285	59,95	70,2	2334	7944	-113
	нижн. слой		3,5	956	285	58,20	70,2	2482	8461	-160
Сухой, измельченный грунт хранился в полиэтиленовом мешке с 16.05.07г до 4.02.07г.										
4.02.08	Цикл 5	-	5,5							
	верх. слой		2,0	640	285	63,05	70,2	2036	6898	
	нижн. слой		3,5	568	285	56,45	70,2	2226	7564	

Таблица 3.29.1. Расходы воды, скорость и потери напора в процессе промывки замороженного супесчаного грунта в виде брикета (14x18x5,5) см по циклам промывки на приборе «Дарси» при напоре воды над поверхностью радиоактивного грунта – 5,0 см.  
( $S=266\text{см}^2 \times 5,5\text{ см}$ ;  $h_b=5\text{ см}$ ).

Цикл промывки		Время снятия отсчета час	Фильтрация				Напор		Скорость филь-трации		Примечание
Дата	№		Объем воды $W, \text{см}^3$	Продолжительность. $t, \text{с}$	Расход $Q = \frac{W}{t}$ $\text{см}^3/\text{с}$	$Q_{\text{ср}}$ $\text{см}^3/\text{с}$	Потери напора $\Delta H, \text{см}$	Градиент $I = \frac{\Delta H}{h}$	$V = \frac{Q_{\text{пд}}}{S}$ , $\text{см}/\text{с}$	$V - 100$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Водопродовная вода +КС1 на поверхности грунта удобрение прикрыли слоем 2-3 мм радиоактивным грунтом											
5.04.07	Цикл 1	15 <sup>10</sup>	200	33	6,061	6,061	9,6	1,745	0,0228		Мерзлый грунт в целлофановом пакете с сетчатым дном заложили в «Дарси»
			200	33	6,061						
			200	33	6,061						
6.04.07	-//-	12 <sup>30</sup>	200	62	3,226	3,226	10,3	1,873	0,0121		
			200	62	3,226						
			200	62	3,226						
7.04.07	-//-	12 <sup>35</sup>	200	140	1,429	1,421	10,6	1,927	0,0053		Вода течет перерывами.
			200	138	1,449						
			200	145	1,379						Вода течет сплошной струей.
			200	140	1,429						
8.04.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9.04.07	-//-	12 <sup>40</sup>	200	163	1,227	1,220	10,3	1,873	0,0046		Вода течет с перерывом.
			200	165	1,212						Вода сплошной струей.
			200	165	1,212						
			200	163	1,227						Вода чистая, течет струйкой.
10.04.07		16 <sup>40</sup>	200	182	1,089	1,089	10,3	1,873	0,0046		Вода течет сплошной струей.
			200	182	1,089						
			200	182	1,089						
Среднее цикла 1			3400	2050	1,652	1,652	10,22	1,858	0,0062		
13.04.07	Цикл 2	11 <sup>00</sup>	200	42	4,762	4,762	10,6	1,927	0,179		Вода течет сплошной струей.
			200	42	4,762						
			200	42	4,762						

продолжение таблицы 3.29.1											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14.04.07		11 <sup>30</sup>	200	168	1,190	1,159	10,9	1,982	0,00436		Вода течет с перерывом.
			200	260	0,769						
			200	105	2,000						
			200	135	1,481						
			200	195	1,026						
15.04.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
16.04.07		16 <sup>00</sup>	200	221	0,905	0,908	10,3	1,873	0,0029		
			200	221	0,905						
			200	219	0,913						
17.04.07		13 <sup>00</sup>	200	256	0,781	0,770	10,2	1,855	0,0029		
			200	274	0,766						
			200	252	0,763						
Среднее цикла 2			2810	2442	1,151	1,151	10,5	1,909	0,0043		
23.04.07	Цикл 3	13 <sup>15</sup>	200	82	2,439	2,429	9,8	1,782	0,0091		
			200	82	2,439						
			200	83	2,410						
24.04.07		12 <sup>20</sup>	200	271	0,738	0,738	9,8	1,782	0,0028		Вода течет частыми каплями.
			200	271	0,738						
			200	271	0,738						
25.04.07		13 <sup>45</sup>	200	278	0,719	0,719	9,2	1,673	0,0027		
			200	278	0,719						Вода течет с перерывами.
			200	278	0,719						
26.04.07		12 <sup>55</sup>	200	285	0,702	0,702	10,3	1,873	0,0026		Вода течет с перерывами.
			200	285	0,702						
			200	285	0,702						
27.04.07	Цикл 3	10 <sup>55</sup>	200	308	0,649	0,648	9,5	1,727	0,0024		Вода течет с перерывами.
			200	310	0,645						
			200	308	0,649						
Среднее цикла 3			3000	3675	0,816	0,816	2,72	1,767	0,0031		
7.05.07	Цикл 4	13 <sup>30</sup>	200	135	1,515	1,389	9,4	1,7091	0,0052		Вода рыжая течет с перерывами.
			200	130	1,538						
			200	140	1,429						Вода течет сплошной струей.

Продолжение таблицы 3.29.1											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	160	1,250						
			200	155	1,290						
8.05.07	-//-	13 <sup>40</sup>	200	300	0,667	0,667	9,8	1,7818	0,0025		Вода чистая, течет с перерывами.
			200	300	0,667						
			200	300	0,667						
9.05.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
10.05.07		12 <sup>55</sup>	200	290	0,690	0,674	11,3	2,0545	0,0025		Вода течет прерывистой струей.
			200	295	0,678						
			200	305	0,656						
11.05.07		12 <sup>00</sup>	200	295	0,678	0,667	11,3	2,0545	0,00225		Вода течет частыми каплями и с перерывом.
			200	305	0,656						
			200	300	0,667						
Среднее цикла 4			2800	3410	0,821	0,821	10,45	1,900	0,0030		

**ОПЫТ 33. пр. «Дарси». Вымыв радионуклидов цезия – 137 водопроводной водой на приборе «Дарси», из 5,5 см слоя супесчаного грунта, с первоначальной удельной активностью – 13565 Бк/кг, непрерывными 9-ти часовыми циклами.**

*Исходные данные к опыту 33.*

Опыт вымыва цезия-137 из 5,5-см слоя супесчаного грунта, проводился в комнатных условиях, на приборе «Дарси» водопроводной водой из стационарного трубопровода, при создании постоянного напора воды 13,0 см над поверхностью исследуемой пробы.

Для опыта 33 отбирался радиоактивный грунт, который ранее был использован в опыте 32 (см. Часть III.3.6) для выращивания сеяных трав.

Исследуемая проба грунта общей массой 1336г, с удельной активностью 13565 Бк/кг, после окончания опыта 32, высушивалась, освобождалась от живых растительных остатков (корешков и неперегнивших сеяных семян травы), грунт просеивался через сито 1 мм.

Подача воды в прибор «Дарси», для промывки цезия-137, осуществлялась непосредственно из водопроводной трубы и регулировалась специальными задвижками, потери напора определялись по пьезометрам.

Общая площадь фильтрации воды через слой 5,5 см радиоактивного грунта соответствует поперечному сечению прибора «Дарси» с габаритами в плане (14 x 19) см и равна 266см<sup>2</sup>.

Схема установки прибора «Дарси», засыпка сухого радиоактивного грунта, подача и сброс лишней водопроводной воды, отвод фильтрационной воды, представлены на рис. 3.11. **(см. Часть III.3.9, опыт 11).**

*Цель проведения опыта 33.*

1. Изучить вымыв цезия-137 из верхнего 5,5 см слоя супесчаного грунта короткими, непрерывными циклами, при напоре воды, над поверхностью радиоактивного грунта, слоем – 13,0см.

*Условия проведения опыта 33.*

Подготовка исследуемой пробы сухого грунта, засыпка грунта в прибор «Дарси», промывка водопроводной водой, измерение ежедневных расходов фильтрации, извлечение радиоактивного грунта из прибора «Дарси» для определения активности, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла промывки.

1. Подготовка и засыпка радиоактивного сухого грунта в прибор «Дарси» проводились в настоящем опыте 33, так же, как в опыте 11.

2. Промывка радиоактивного грунта и определение фильтрационных расходов в настоящем опыте проводились по тому же принципу, что в опытах 11; 13.

- Исследуемая проба радиоактивного грунта (супесчаный, пылеватый с большим количеством гумуса и растительных остатков) плохо смачивалась. Смачивание слоя 5,5 см до начала фильтрации продолжалось 1,5÷2,5 часа.

- В начале каждого промывного цикла проводилось предварительное смачивание слоя сухого радиоактивного грунта в приборе «Дарси» небольшими порциями водопроводной воды 100-200г. Воду заливали на поверхность радиоактивного грунта из мерного сосуда при помощи черпака.

Промывка без предварительного смачивания ведет к потере массы исследуемой пробы и засорению сбросных отверстий за счет всплывания легких частиц с поверхности радиоактивного грунта.

Даже с предварительным смачиванием, в конце промывного цикла, в слое грунта 5,5 см обнаруживаются прослойки толщиной 1-2мм абсолютно сухого грунта, что влияет на вымыв цезия.

- Промывка грунта проводилась в течении 7-ми циклов продолжительностью 9 часов каждый, с предварительным смачиванием и без него:

- Промывка в циклах 1-3 проводилась без предварительного смачивания.

- Промывка в цикле 4 проводилась при смачивании сразу всего верхнего 1,5см слоя радиоактивного грунта. Для замочки водопроводную воду в прибор «Дарси» заливали порциями по 200г, по мере впитывания. Постепенное смачивание длилось 2,5 часа.

- Промывка в циклах 5÷7 проводилась в виде ускоренного послойного смачивания радиоактивного грунта верхнего 1,5 см слоя разделенного на 3 равные части по массе.

Для смачивания на поверхность каждого слоя, заливалась водопроводная вода порциями по 200г общей массой 600г.

Для ускорения смачивания производилось легкое помешивание, засыпанного грунта с водой, торцом деревянной линейки шириной – 2 см.

Ускоренное смачивание длилось – 1,0 часа.

3. Изъятие радиоактивного грунта из прибора «Дарси» и определение его активности проводились по одной методике с опытами 11 и 13.

- В конце каждого цикла промывки из прибора «Дарси» подлежал изъятию мокрый грунт только верхнего радиоактивного слоя – 1,5см.

- Грунт нижнего слоя извлекался из прибора «Дарси», только один раз, в конце опыта 33 (см. цикл 7, таблица 3.33).

- Подготовленный радиоактивный грунт, после каждого цикла промывки, проверялся на активность цезия-137 на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой – 285г.

Основные условия проведения опыта, фильтрационные расходы и результаты изменения активности исследуемой пробы, после каждого цикла непрерывной 9-ти часовой промывки, приведены в таблицах 3.33; 3.33.1.

Вывод к опыту 33.

4. Вымыв цезия-137 из пылеватого грунта, с плохими показателями водопроницаемости, происходит при создании условий предварительного смачивания (см. таблицу 3.33, циклы 4; 5).

5. Без предварительного смачивания в почво-грунтах цезий-137 переносится по поверхности вместе с легкими (мелкими) частицами по склонам в пониженные места рельефа (см. таблицу 3.33, цикл 1).

6. При бесконтрольном изъятии грунта по слоям вертикального профиля для определения активности, происходит изменение показателей вымыва цезия-137 за счет смешивания соприкасающихся слоев (см. таблицу 3.33, циклы 2; 3).

7. При ускоренном промачивании в циклах 6; 7, с применением перемешивания, происходило смешивание грунта нижнего слоя с верхним, поэтому показатели вымыва цезия то увеличились, то уменьшились (см. таблицу 3.33, циклы 6; 7).

Таблица 3.33. Изменение активности супесчаного грунта слоем 5,5 см по 9-ти часовым непрерывным циклам промывки на приборе «Дарси», при напоре воды над поверхностью радиоактивного грунта – 13 см. ( $S=266 \text{ см}^2$ ).

Дата определения активности.	№ № цикла промывки, слой грунта.	Продолжительность час	Слой радиоактивного грунта		Активность сухой пробы					
			Глубина.	Масса сухой пробы.	Навеска	Масса н.гр.	Фон	Активность навески	Удельная активность	Изменение + -
			h, см	г	г	г	Бк	Бк	Бк/кг	Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11.09.07	Начало	-	5,5	1326	285	40,75	70,5	3937	13565	-
Промывка без предварительного смачивания										
11.09.07	Цикл 1	9								
	верхний сл.		1,5	342	285	45,45	70,5	3758	12940	-625
	нижний сл.		4,0	984	-					
18.09.07	Цикл 2	9								
	верхний сл.		1,5	524	285	45,31	70,5	3736	12861	-79
	нижний сл.		4,0	802	-					
22.02.07	Цикл 3	9								
	верхний сл.		1,5	336	285	45,95	70,5	3762	12953	+92
	нижний сл.		4,0	990	-					
Промывка с постепенным смачиванием слоя 1,5 см в течении – 2,5 ч. Для замочки водопроводную воду в пр. «Дарси» заливали порциями по 200г по мере впитывания.										
1.10.07	Цикл 4	9								
	верхний сл.		1,5	314	285	50,11	70,5	3554	12224	-637
	нижний сл.		4,0	1012	-					
Промывка с ускоренным постепенным смачиванием слоя – 1,5 см в течении 1 часа. Для смачивания грунт засыпался в пр. «Дарси» в виде 3-х слоев равных по массе. Каждый слой смачивался отдельно.										
5.10.07	Цикл 5	9								
	верхний сл.		1,5	396	285	53,19	70,5	3399	11678	-546
	нижний сл.		4,0	930	-					
11.10.07	Цикл 6	9								
	верхний сл.		1,5	400	285	53,5	70,5	3420	11754	+76
	нижний сл.		4,0	926						
16.10.07	Цикл 7	9								
	верхний сл.		1,5	440	285	54,51	70,5	3394,17	11662	-92
	нижний сл.		4,0	744						
Грунт хранили в полиэтиленовых мешках в комнатных условиях – 30 суток.										
17.11.07	Цикл 7	-								
	верхний сл.		1,5	440	285	56,05	70,5	3450	11854	-1711
	нижний сл.		4,0	744	-	43,85		3688	12693	-872

Таблица 3.33.1 Расходы воды, скорость и потери фильтрации в процессе промывки супесчаного грунта слоем – 5,5 см по 9-ти часовым и с прерывным циклом промывки на приборе «Дарси», при напоре воды над поверхностью радиоактивного грунта 13 см. ( $S=266 \text{ см}^2 \times 5,5 \text{ см}$ ;  $h_B=13 \text{ см}$ ).

Цикл промывки		Время снятия отсчета. час	Фильтрация				Напор		Скорость фильтрации		Примечание
Дата.	№		Объем воды. $W \text{ см}^3$	Продолжительность. t, с	Расход $Q = \frac{W}{t}$ $\text{см}^3/\text{с}$	$Q_{\text{ср}}$ $\text{см}^3/\text{с}$	Потери напора $\Delta H, \text{ см}$	Градиент $I = \frac{\Delta H}{h}$	$V = \frac{Q_{\text{ср}}}{t}$ , $\text{см}/\text{с}$	V -100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11.09.07	Цикл 1	8 <sup>50</sup>	200	85	2,353	1,579	11,8	2,145	0,00059		Вода течет порциями
		-	200	135	1,481						
		-	200	160	1,250						
		12 <sup>30</sup>	200	75	2,667	2,791	11,6	2,109	0,01049		Вода рыжая, течет пульсирующей струйкой.
			200	70	2,857						
			200	70	2,857						
		19 <sup>00</sup>	200	42	4,762	4,717	11,6	2,109	0,01773		Сплошная струйка.
			200	42	4,762						
			200	42	4,762						
		5	200	43	4,651						
			200	43	4,651						
Среднее цикла 1			2200	807	2,726	2,726	11,67	2,122	0,01025		
15.09.07	Цикл 2	9 <sup>15</sup>	200	300	0,667	0,704	11,8	2,145	0,00256		Вода ржавая.
			200	265	0,755						Течет порциями
			200	310	0,645						
			200	265	0,755						
			200	280	0,714						
		19 <sup>15</sup>	200	78	2,564	2,506	12	2,182	0,00942		Вода течет порциями.
			200	85	2,353						Под слоем 3мм – 1 см сухого грунта.
			200	80	2,500						
			200	78	2,564						
			200	78	2,564						
Среднее цикла 2			2000	1819	1,100	1,100	11,9	2,164	0,00414		
19.09.07	Цикл 3	9 <sup>15</sup>	200	417	0,479	0,471	14,2	2,582	0,00177		Вода рыжая, течет порциями.

продолжение таблицы 3.33.1.											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	417	0,479						
			200	435	0,460						
			200	430	0,465						
		19 <sup>5</sup>	200	135	1,481	1,515	14,5	2,636	0,00570		Вода течет струйкой.
			200	130	1,538						
			200	125	1,600		14,5	2,636			Вода течет порциями.
			200	140	1,429						Под слоем 3 мм -1 см сухого грунта.
			200	130	1,538						
Среднее цикла 3			1800	2359	0,763	0,763	14,4	2,618	0,00287		
28.09.07	Цикл 4	12 <sup>20</sup>	200	60	3,333	3,390	11,7	2,127	0,01274		Вода рыжая, течет струйкой.
			200	60	3,333						
			200	60	3,333						
			200	55	3,636						
			200	60	3,333						
		20 <sup>30</sup>	200	73	2,740	2,808	13,1	2,382	0,01056		Вода чистая, течет струйкой.
			200	65	3,077						
			200	70	2,857						
			200	73	2,740						
			200	75	2,667						
Среднее цикла 4			2000	651	3,072	3,072	12,4	2,255	0,01153		
2.10.07	Цикл 5	10 <sup>20</sup>	200	90	2,222	2,532	12,2	2,218	0,00952		Вода рыжая, течет порциями.
			200	65	3,077						
			200	80	2,500						
			200	80	2,500						
			200	80	2,500						
		19 <sup>45</sup>	200	93	2,151	2,193	13,9	2,527	0,00824		Вода чистая, течет порциями.
			200	88	2,273						
			200	81	2,222						
			200	91	2,198						
			200	94	2,128						
Среднее цикла 5			2000	851	2,350	2,350	13,05	2,373	0,00883		
8.10.07	Цикл 6	10 <sup>00</sup>	200	135	1,481	1,418	12,5	2,272	0,00533		Вода рыжая, течет порциями.

продолжение таблицы 3.33.1.											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			200	135	1,481						
			200	140	1,429						
			200	145	1,379						
			200	150	1,333						
		20 <sup>00</sup>	200	132	1,515	1,447	13,7	2,491	0,00544		Вода чистая, течет струйкой.
			200	135	1,481						
			200	140	1,429						
			200	142	1,408						
			200	142	1,408						
Среднее цикла 6			2000	1396	1,433	1,433	13,1	2,382	0,00539		
13.10.07	Цикл 7	10 <sup>20</sup>	200	210	0,952	0,958	13,0	2364	0,00360		Вода рыжая, течет порциями.
			200	203	0,985						
			200	200	1,000						
			200	210	0,952						
			200	220	0,909						
		20 <sup>00</sup>	200	210	0,952						
			200	215	0,930	0,930	13,8	2,509	0,00350		Вода чистая.
			200	215	0,930						Течет порциями.
			200	215	0,930						Грунт весь мокрый.
Среднее цикла 7			1800	1898	0,948	0,948	13,4	2,436	0,00356		

### **ОПЫТ 34. пр. «Дарси», капельное орошение.**

***Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 5,0 см слоя супесчаного грунта с первоначальной удельной активностью – 12381 Бк/кг, на приборе «Дарси» с помощью капельного орошения. (грунт из опыта 33).***

*Исходные данные к опыту 34.*

Опыт вымыва цезия-137, с помощью капельного орошения, 4÷5 – суточными поливами из супесчаного (пылеватого, плохо смачиваемого) грунта, проводился в комнатных условиях, на приборе «Дарси» водопроводной водой из стационарного трубопровода, при создавшемся слое воды над поверхностью радиоактивного грунта  $1\div 2$  см.

Для опыта 34 использовался радиоактивный супесчаный грунт, общей массой 1184г, из опыта 33, который промывался короткими 9-ти часовыми непрерывными циклами, с предварительным смачиванием и без смачивания.

Подача воды в прибор «Дарси», на поверхность радиоактивного грунта, для вымыва цезия-137, осуществлялась непосредственно из водопроводной трубы через капельное устройство и регулировалась с помощью специальных задвижек и зажимов.

Общая площадь фильтрации воды через слой 5,0 см радиоактивного грунта соответствует поперечному сечению прибора «Дарси» с габаритами в плане (14 x 19) см и равна  $266\text{см}^2$ .

Схема установки прибора «Дарси» и капельного устройства, засыпка сухого радиоактивного грунта, подача и сброс лишней водопроводной воды и отвод фильтрационной воды, представлены на рис. 3.34

*Цель проведения опыта 34.*

1. Изучить вымыв цезия 137 с помощью капельного орошения из 5,0 см слоя супесчаного (пылеватого, плохо-смачиваемого) грунта.

2. Изучить вымыв цезия-137 с помощью капельного орошения применительно к небольшим площадям, для использования на приусадебных и дачных хозяйствах.

*Условия проведения опыта 34.*

Подготовка исследуемой пробы сухого грунта, засыпка ее в прибор «Дарси», промывка водопроводной водой с помощью капельного орошения, измерение ежедневных расходов фильтрации, извлечение радиоактивного грунта из прибора «Дарси» для определения активности, проводились в определенной последовательности, после каждого 4÷5 суточного цикла промывки.

1. Подготовка и засыпка радиоактивного сухого грунта в прибор «Дарси» проводились в настоящем опыте 34, так же, как в опыте 11.

- Подготовленная исследуемая проба грунта (после окончания опыта 33) засыпалась в прибор «Дарси» общим слоем 5,0 см в виде 2-х слоев:

нижний слой – 3,5см, массой 744г, с первоначальной удельной активностью 12693 Бк/кг;

верхний слой – 1,5см, массой 440г, с первоначальной удельной активностью 11854 Бк/кг.

- Поверхность засыпанного нижнего слоя разравнивалась торцом деревянной линейки по горизонтальным отметкам.

На выравненную поверхность засыпался верхний слой грунта и тщательно разравнивался.

Поверхность каждого засыпанного слоя выравнивалась для предотвращения перемешивания слоев.

- Общий слой радиоактивного грунта отделялся от слоя крупно-зернистого песка в приборе «Дарси» стеклохолстом в 1 слой.

- Нижний и верхний слои радиоактивного грунта разделялись между собой пластмассовой сеткой с ячейками 2x2мм, только при проведении циклов промывки 5; 6.

2. Промывка радиоактивного грунта и определение фильтрационных расходов в настоящем опыте проводились по тому же принципу, что в опытах 11; 13; 33.

- Подача воды для вымыва цезия-137 производилась непосредственно из напорного трубопровода через капельное устройство (**см. рис. 3.34**).

- В начале каждого промывного цикла, вода подавалась с небольшими расходами до полного смачивания радиоактивного грунта, пока устанавливалась постоянная фильтрация.

- При промывке с помощью капельного орошения, почти в каждом промывном цикле, на поверхности радиоактивного грунта создавался слой воды 1÷2 см сплошной или в виде лужи (**см. таблицу 3.34.1**).

- В опыте 34 проведено 10 циклов промывки продолжительностью 5 суток каждый и один цикл непрерывной промывки продолжительностью 30 суток.

- В течении каждого цикла, один раз в сутки, производился замер расходов подачи и фильтрации воды (**см. таблицу 3.34.1**).

3. Изъятие радиоактивного грунта из прибора «Дарси» и определение его активности проводились по одной методике с опытами 11; 13; 33.

- В конце каждого цикла промывки из прибора «Дарси» подлежал изъятию мокрый грунт в виде 2-х слоев: верхний – 1,5см, нижний – 3,5 см.

- Подготовленный радиоактивный грунт, отдельно для верхнего и нижнего слоев, после каждого цикла промывки, проверялся на активность цезия-137 на радиометре РУБ-01Пб в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой – 285г.

Основные условия проведения опыта, расходы подачи и фильтрации воды и результаты изменения активности исследуемой пробы грунта по слоям, после каждого цикла промывки, приведены в **таблицах 3.34; 3.34.1**.

*Вывод к опыту 34.*

1. Вымыв цезия-137 из слоя 1 и 2 в основном проходил равномерно, в нижнем слое на 12-20% меньше, чем в верхнем, и зависит не от поданного расхода в начале цикла, а от смоченной поверхности радиоактивного грунта с глубины промачивания.

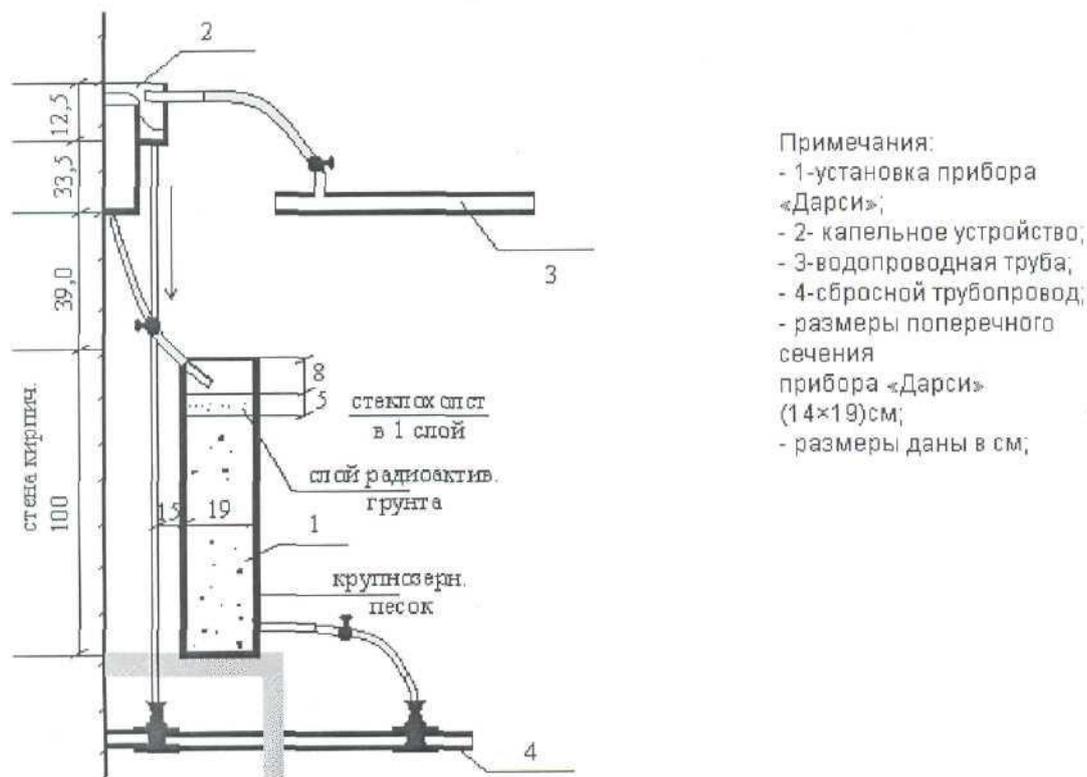
При уменьшении смоченной поверхности снижается фильтрационный расход, а следовательно и вымыв цезия-137 (**см. таблицы 3.34.; 3.34.1, циклы 5; 6**).

2. В цикле 9, в самом начале цикла, произошел вынос на поверхность мельчайших

частиц радиоактивного грунта заземленным воздухом, (под капельницей образовался бугор диаметром 8 см), что повлияло на уменьшение средней массы насыпного грунта и на повышение показателей удельной активности в обоих слоя (см. таблицы 3.34; 3.34.1, гр.7 и гр.10).

3. При длительном, непрерывном промывном цикле – 30 суток (при большом среднем расходе  $0,55 \text{ см}^3/\text{с}$  и при слое до 1 см воды на 1/2 всей поверхности радиоактивного грунта) вымыв цезия остался в пределах 5-ти суточного цикла.

Следовательно, вымыв целесообразнее проводить короткими поливными циклами.



**Рис. 3.34** Схема вымыва радионуклидов цезия 137 из пятисантиметрового слоя грунта на приборе «Дарси» с помощью капельного орошения.

Таблица 3.34. Изменение активности супесчаного грунта слоем 5 см по циклам промывки с помощью капельного орошения на приборе «Дарси», при слое воды на поверхности 1-2 см. (S=266 см<sup>2</sup>).

Дата определения активности.	№ № цикла промывки и слоя грунта.	Продолжительность промывки. час	Слой радиоактивного грунта		Активность сухой пробы					
			Глубина. h, см	Масса сухой пробы. г	Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность. Бк/кг	Изменение + - Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17.11.07	Начало									
	верхний сл.	-	1,5	440	285	56,05	70,5	3450	11854	-
	нижний сл.	-	3,5	744	285	43,90		3688	12693	-
28.11.07	Цикл 1	5								
	верхний сл.		1,5	294	285	53,5	70,5	3450	11854	0
	нижний сл.		3,5	820	285	48,55		3583	12324	-369
8.12..07	Цикл 2	4								
	верхний сл.		1,5	374	285	52,9	70,5	3470	11926	+72
	нижний сл.		3,5	738	285	50,7		3559	12241	-83
19.12.07	Цикл 3	5								
	верхний сл.		1,5	384	285	52,33	70,5	3436	11809	-117
	нижний сл.		3,5	728	285	50,99		3546	12193	-48
Между нижним и верхним слоями капроновая сетка с ячейками 2x2 см										
29.12.07	Цикл 4	5								
	верхний сл.		1,5	303	285	54,42	70,5	3360	11541	-264
	нижний сл.		3,5	784	285	52,19		3484	11977	-216
8.01.08	Цикл 5	5								
	верхний сл.		1,5	378	285	53,80	70,5	3362	11548	+7
	нижний сл.		3,5	720	285	52,97		3481	11967	-10
18.01.08	Цикл 6	5								
	верхний сл.		1,5	380	285	54,44	70,5	3373	11588	+40
	нижний сл.		3,5	692	285	53,05		3486	11982	+14,5
28.01.08	Цикл 7	5	Капроновую сетку убрали между нижним и верхним слоями							
	верхний сл.		1,5	382	285	55,9	70,5	3298	11325	-263
	нижний сл.		3,5	668	285	53,35		3436	11809	-173
6.02.08	Цикл 8	5								
	верхний сл.		1,5	380	285	56,23	70,5	3191	10948	-377
	нижний сл.		3,5	640	285	53,85		3338	11465	-344
16.02.08	Цикл 9	5								
	верхний сл.		1,5	384	285	56,03	70,5	3213	11025	+77
	нижний сл.		3,5	578	285	53,35		3370	11575	+110
28.02.08	Цикл 10	5								
	верхний сл.		1,5	383	285	56,35	70,5	3172	10882	-143
	нижний сл.		3,5	555	285	53,66		3333	11447	-128
2.04.08	Длитель.	30								
	верхний сл.		1,5	336	285	57,48	70,5	3098	10621	-261
	нижний сл.		3,5	591	285	56,29		3209	11012	-435

Примечание: - Грунт верхнего слоя стал красного цвета от ржавчины, после промывки.

- Грунт нижнего слоя цвета не изменил, был и остался после промывки т- серого цвета.

Таблица 3.34.1 Расходы подачи и фильтрации воды в процессе промывки супесчаного грунта слоем 5 см по циклам промывки на приборе «Дарси», с помощью капельного орошения, при слое воды на поверхности радиоактивного грунта 0-2см.  
(S=266 см<sup>2</sup>).

Цикл промывки		Время снятия отсчета.  час	Фильтрация			Подача через капельницы			Слой воды на поверхности. см	Глубина смачивания грунта
Дата.	№		Объем воды.  W см <sup>3</sup>	Продолжительность.  t, с	Расход $Q = \frac{W}{t}$  см <sup>3</sup> /с	Объем воды  W <sub>п</sub> см <sup>3</sup>	продолжительность  t <sub>п</sub> , с	Расход $Q_{п} = \frac{W_i}{t_i}$  см <sup>3</sup> /с		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19.11.07	Цикл 1	17 <sup>15</sup>			3,5	300	0,0117			-
		17 <sup>16</sup>			50	55	0,9091		Лужа	-
		18 <sup>00</sup>	12,5	0,0189	50	540	0,0926		2	-
20.11.07	-//-	10 <sup>40</sup>	50	1080	0,0463	50	1080	0,0463		2,-2,5
21.11.07	-//-	12 <sup>45</sup>	50	465	0,1075	50	455	0,1099		2-3,5
22.11.07	-//-	13 <sup>00</sup>	50	645	0,0775	50	645	0,0775		3-4,0
23.11.07	-//-	9 <sup>25</sup>	50	960	0,0521	50	960	0,0521		3-4,0
24.11.07	-//-	11 <sup>40</sup>	50	1760	0,0284	50	1300	0,0385		3-4
Среднее цикла 1			262,5	2270	0,0472	353,5	5335	0,0662		3-4
29.11.07	Цикл 2	13 <sup>20</sup>	50	80	0,6250	50	80	0,6250		-
		13 <sup>35</sup>	50	180	0,2778	50	180	0,2776	1,8	-
		13 <sup>40</sup>	50	360	0,1389	50	165	0,3030	1,8	-
30.11.07	-//-	12 <sup>20</sup>	75	200	0,3750	50	218	0,2294		3-4,8
1.12.07	-//-	13 <sup>45</sup>	50	250	0,2000	50	243	0,2058		3-4,8
3.12.07	-//-	11 <sup>00</sup>	50	343	0,1458	50	343	0,1458	1,0	4-5
4.12.07	-//-	12 <sup>00</sup>	50	315	0,1587	50	367	0,1362		5
Среднее цикла 2			375	1728	0,2170	350	1596	0,2193		-
10.12.07	Цикл 3	12 <sup>00</sup>	50	170	0,2941	50	168	0,2976	1	-
11.12.07	-//-	13 <sup>00</sup>	50	177	0,2825	50	207	0,2415	1	4-5
12.12.07	-//-	-	-	-		-	-		-	-
13.12.07	-//-	11 <sup>40</sup>	50	260	0,1923	50	277	0,1805	1	5
14.12.07	-//-	12 <sup>00</sup>	50	303	0,1650	50	303	0,1650	1	5
15.12.07	-//-	10 <sup>40</sup>	50	300	0,1667	50	360	0,1339	1	5
Среднее цикла 3			250	1210	0,2066	250	1315	0,1901		-

продолжение таблицы 3.34.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20.12.07	Цикл 4	10 <sup>40</sup>	50	300	0,1667	50	113	0,4425	1,3	-
		14 <sup>00</sup>	-	-		50	205	0,2439	1	-
21.12.07	-//-	11 <sup>15</sup>	-	-		50	345	0,1449	1	-
		14 <sup>45</sup>	50	160	0,3125	50	160	0,3125	1	-
22.12.07	-//-	12 <sup>25</sup>	-	-		50	95	0,5263	1	-
23.12.07	-//-	10 <sup>40</sup>	-	-		10	300	0,0333	1	-
	-//-	10 <sup>45</sup>	-	-		50	85	0,5882	1	-
24.12.07	-//-	13 <sup>40</sup>	50	310	0,1613	50	305	0,1639	-	-
	-//-	13 <sup>50</sup>	-	-		50	140	0,3571	-	-
25.12.07	-//-	12 <sup>30</sup>	50	140	0,3571	50	165	0,3030	-	4-5
Среднее цикла 4			250	910	0,2747	460	1913	0,2405	-	-
29.12.07	Цикл 5	18 <sup>30</sup>	40	260	0,1538	50	225	0,2222	-	-
30.12.07	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31.12.07	-//-	11 <sup>45</sup>	50	0,0537	930	50	930	0,05376	-	-
		12 <sup>10</sup>	-	-	-	50	65	0,7692	-	-
1.01.08	-//-	10 <sup>20</sup>	55	143	0,3846	50	134	0,3731	1	-
2.01.08	-//-	12 <sup>20</sup>	50	205	0,2439	50	275	0,1818	1	-
3.01.08	-//-	11 <sup>00</sup>	50	430	0,1162	50	412	0,1214	-	-
Среднее цикла 5			245	1963	0,1248	300	2041	0,1470	-	-
9.01.08	Цикл 6	11 <sup>20</sup>	50	75	0,6667	50	75	0,6667	-	-
10.01.08	-//-	10 <sup>25</sup>	-	-	-	50	315	0,1587	-	-
	-//-	10 <sup>30</sup>	50	240	0,2083	50	135	0,3704	-	-
11.01.08	-//-	11 <sup>35</sup>	50	190	0,2631	50	210	0,2381	1	-
12.01.08	-//-	10 <sup>25</sup>	50	495	0,1010	50	420	0,1190	-	-
	-//-	10 <sup>30</sup>	-	-	-	50	132	0,3788	-	-
13.01.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14.01.08	-//-	11 <sup>15</sup>	50	608	0,0822	50	608	0,0822	-	-
Среднее цикла 6			250	1608	0,1554	350	1895	0,1847	-	-
19.01.08	Цикл 7	11 <sup>50</sup>	50	90	0,5556	50	90	0,5556	-	3-1
20.01.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.01.08	-//-	11 <sup>20</sup>	50	140	0,3571	50	188	0,2660	1	-
	-//-	11 <sup>30</sup>	-	-	-	50	85	0,5882	-	5

продолжение таблицы 3.34.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22.01.08	-//-	12 <sup>30</sup>	55	130	0,4231	50	154	0,3247	-	5
23.01.08	-//-	12 <sup>10</sup>	55	205	0,2683	50	220	0,2272	-	-
	-//-	12 <sup>15</sup>	-	-	-	50	68	0,7353	-	-
24.01.08	-//-	11 <sup>40</sup>	50	70	0,7143	50	89	0,5618	1	5
Среднее цикла 7			260	635	0,4094	350	894	0,3915		
29.01.08	Цикл 8	11 <sup>15</sup>	50	73	0,6849	50	73	0,6849	-	-
30.01.08	-//-	11 <sup>55</sup>	50	210	0,2619	50	200	0,2500	6	5
	-//-	12 <sup>00</sup>	-	-	-	50	100	0,5000	6	5
31.01.08	-//-	11 <sup>20</sup>	50	135	0,3704	50	140	0,3571	1	5
	-//-	11 <sup>25</sup>	-	-	-	50	80	0,6250	1	5
1.02.08	-//-	12 <sup>10</sup>	60	150	0,4000	50	130	0,3846	1	5
2.02.08	-//-	12 <sup>00</sup>	50	150	0,4000	50	194	0,2577	-	-
Среднее цикла 8			265	718	0,3691	350	917	0,3817		
7.02.08	Цикл 9	13 <sup>00</sup>	-	-	-	50	86	0,5814	-	-
8.02.08	-//-	10 <sup>10</sup>	55	115	0,4783	50	100	0,5000	1	4,5
9.02.08	-//-	12 <sup>20</sup>	60	184	0,3261	50	140	0,3571	-	4,5
	-//-	12 <sup>30</sup>	-	-	-	50	70	0,7143	-	4,5
10.02.08	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.02.08	-//-	14 <sup>00</sup>	60	225	0,2667	50	193	0,2591	1	5
	-//-	14 <sup>05</sup>	-	-	-	50	63	0,7936	1	5
12.02.08	-//-	15 <sup>35</sup>	60	90	0,6667	50	63	0,7936	1	5
Среднее цикла 9			235	614	0,3827	350	715	0,4895		
17.02.08	Цикл 10	10 <sup>40</sup>	-	-	-	50	100	0,5000	1	-
18.02.08	-//-	13 <sup>00</sup>	60	280	0,2143	50	230	0,2174	-	-
	-//-	13 <sup>05</sup>	-	-	-	50	105	0,4765	-	-
19.02.08	-//-	11 <sup>30</sup>	60	245	0,2449	50	230	0,2174	1	5
	11 <sup>35</sup>	-	-	-	50	70	0,7143	-	5	
20.02.08	-//-	10 <sup>45</sup>	60	124	0,4838	50	103	0,4854	1	5
21.02.08	-//-	11 <sup>20</sup>	45	195	0,2308	50	325	0,1538	-	-
	-//-	11 <sup>25</sup>	-	-	-	50	85	0,2883	-	-
22.02.08	-//-	10 <sup>10</sup>	52	135	0,3852	50	155	0,3226	1	5
Среднее цикла 10			277	979	0,2829	450	1403	0,3207		

продолжение таблицы 3.34.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27.02.08	Длитель.	11 <sup>35</sup>	-	-	-	50	93	0,5376		
28.02.08	-//-	10 <sup>15</sup>	50	230	0,2174	50	267	0,1873	-	5
	-//-	10 <sup>20</sup>	-	-	-	50	63	0,7937	-	5
29.02.09	-//-	10 <sup>10</sup>	59	100	0,5900	50	67	0,7462	лужа	5
1.03.08	-//-	12 <sup>15</sup>	47	60	0,7833	50	77	0,6493	-//-	5
2.03.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
3.03.08	-//-	10 <sup>45</sup>	50	95	0,5263	50	94	0,5319	лужа	5
4.03.08	-//-	10 <sup>45</sup>	50	77	0,6494	50	120	0,4167	-//-	5
5.03.08	-//-	10 <sup>00</sup>	50	257	0,1946	50	148	0,3378	-//-	5
		10 <sup>05</sup>	-	-	-	50	56	0,8929	-//-	5
6.03.08	-//-	10 <sup>35</sup>	60	80	0,7500	50	62	0,8065	-//-	5
7.03.08	-//-	10 <sup>10</sup>	50	65	0,7692	50	68	0,7353	-//-	5
8.03.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.03.08	-//-	9 <sup>40</sup>	50	80	0,6250	50	110	0,4545	лужа	5
		9 <sup>45</sup>	-	-	-	50	88	0,5682	-//-	5
10.03.08	-//-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.03.08	-//-	14 <sup>45</sup>	48	115	0,4174	50	144	0,3472	лужа	5
	-//-	14 <sup>50</sup>	-	-	-	50	52	0,9615	-//-	5
12.03.08	-//-	10 <sup>45</sup>	56	63	0,8889	50	50	1,0000	1	5
13.03.08	-//-	9 <sup>50</sup>	59	45	1,3111	50	52	0,9615	0,8	5
14.03.08	-//-	10 <sup>10</sup>	57	46	1,2391	50	62	0,8064	1,0	5
15.03.08	-//-	10 <sup>45</sup>	59	52	1,1346	50	65	0,7692	1,0	5
16.03.08	-//-	11 <sup>10</sup>	50	60	0,8333	50	69	0,7246	лужа	5
17.03.08	-//-	10 <sup>18</sup>	58	105	0,5524	50	74	0,6757	-//-	5
18.03.08	-//-	14 <sup>00</sup>	49	45	1,0889	50	81	0,6173	-//-	5
19.03.08	-//-	12 <sup>10</sup>	50	141	0,3546	50	80	0,6256	-//-	5
20.03.08	-//-	10 <sup>30</sup>	50	70	0,7142	50	86	0,5814	-//-	5
21.03.08	-//-	9 <sup>28</sup>	50	70	0,7142	50	82	0,6097	-//-	5
22.03.08	-//-	13 <sup>00</sup>	50	54	0,9259	50	85	0,5882	лужа	5
23.03.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.03.08	-//-	9 <sup>25</sup>	50	50	1,0000	50	97	0,5155	-//-	5
25.03.08	-//-	11 <sup>00</sup>	50	110	0,4545	50	109	0,4587	-//-	5

продолжение таблицы 3.34.1

1	2	3	45	5	6	7	8	9	10	11
26.03.08	-//-	19 <sup>50</sup>	50	120	0,4167	50	107	0,4673	-//-	5
27.03.08	-//-	11 <sup>10</sup>	50	107	0,4673	50	100	0,5000	-//-	5
28.03.08	-//-	10 <sup>10</sup>	50	112	0,4464	50	107	0,4673	-//-	5
Средняя длительн.			1352	2409	0,5612	1550	2815	0,5506		5

### **ОПЫТ 35. пр. «Дарси», капельное орошение.**

***Вымыв радионуклидов цезия-137 из 7,5 см слоя легкосуглинистого грунта, со средней первоначальной удельной активностью – 4646 Бк/кг, на приборе «Дарси» с помощью капельного орошения.***

*Исходные данные к опыту 35.*

Опыт вымыва цезия-137, с помощью капельного орошения, 1÷3 суточными поливами из 7,5см слоя легкосуглинистого, хорошо смачиваемого грунта, проводился в комнатных условиях, на приборе «Дарси» водопроводной водой, без создания слоя воды на поверхности радиоактивного грунта.

Исследуемая проба грунта общей массой 2068г, со средней первоначальной удельной активностью 4646 Бк/кг. –грунт легкосуглинистый, серого цвета, отбирался из верхнего 10-см почвенного слоя из разных точек массой 250-300г, на бывшем орошаемом овощном участке СХПК «Решительный», пос. Новые Бобовичи, Новозыбковского района. (См. Часть III.2.3, опыт 15п, ств. II- точки 1; 2; 3; 4, ств. III- точка 2; ств. IV точки 1; 2).

Подача воды в прибор «Дарси», на поверхность радиоактивного грунта, для вымыва цезия-137, осуществлялась непосредственно из водопроводной трубы через капельное устройство и регулировалась с помощью специальных задвижек и зажимов.

Общая площадь фильтрации воды через слой 7,5 см радиоактивного грунта соответствует поперечному сечению прибора «Дарси» с габаритами в плане (14 x 19) см и равна 266см<sup>2</sup>.

Схема установки прибора «Дарси» и капельного устройства, засыпка сухого радиоактивного грунта, подача и сброс лишней водопроводной воды и отвод фильтрационной воды, представлены на рис. 3.34 (см. **Часть III. 3.9, опыт 34**).

*Цель проведения опыта 35.*

1. Изучить вымыв цезия-137 с помощью капельного орошения из 7,5 см слоя легкосуглинистого, хорошо смачиваемого грунта, без создавшегося слоя воды на поверхности радиоактивного грунта, при подачи минимально – возможных расходов.

*Условия проведения опыта 35.*

Подготовка исследуемой пробы сухого грунта, засыпка в прибор «Дарси», промывка водопроводной водой с помощью капельного орошения, измерение ежесуточных расходов подачи и фильтрации, извлечение радиоактивного грунта из прибора «Дарси» для определения активности, проводились в определенной последовательности, после каждого 1÷3 суточного непрерывного цикла промывки.

1. Подготовка и засыпка радиоактивного сухого грунта в прибор «Дарси» проводились в настоящем опыте 35, так же, как в опыте 11.

- Отобранная исследуемая проба радиоактивного грунта подготавливалась для засыпки в прибор «Дарси» отдельно для верхнего и нижнего слоев. Грунт верхнего и нижнего слоев не перемешивался между собой с самого начала.

Верхний слой – грунт общей массой 600г, засыпан одним слоем – 2,0см.

Нижний слой – грунт приготовлен отдельно в виде трех частей и засыпалась каждая часть самостоятельно, начиная снизу:

нижний слой 2,0см – грунт общей массой 546г, с первоначальной удельной активностью 46376 Бк/кг;

средний слой 2,0см – грунт общей массой 514г, с первоначальной удельной активностью 4583 Бк/кг;

верхний слой 1,5см – грунт общей массой 408г, с первоначальной удельной активностью 4683 Бк/кг.

- Поверхность каждого засыпанного слоя разравнивалась торцом деревянной линейки по горизонтальным отметкам, на выравненную поверхность засыпался следующий слой.

Поверхность каждого засыпанного слоя выравнивалась для предотвращения перемешивания слоев.

- Слои засыпанного радиоактивного грунта не разделялись между собой пластмассовой сеткой в течении всего опыта 35.

- Общий 7,5 см слой радиоактивного грунта отделялся от слоя крупнозернистого песка в приборе «Дарси» стеклохолстом в 1 слой.

2. Промывка радиоактивного грунта и определение расходов подачи и фильтрации в настоящем опыте проводились по тому же принципу, что в опытах 11; 13; 33; 34.

- Подача воды для вымыва цезия-137 производилась непосредственно из напорного трубопровода через капельное устройство, (см. опыт 34, рис. 3.34) по непрерывным циклам продолжительностью 1-2 суток. Подача воды в начале цикла устанавливалась из расчета 1 капля за 3-4 сек.

- В течении каждого цикла, один раз в сутки, производился замер расходов подачи и фильтрации, (см. таблицу 3.35.1).

- В опыте 35 проведено 10 непрерывных циклов промывки продолжительностью 1-3 суток каждый.

Первые три цикла (1; 2; 3) промывки, с помощью капельного орошения, проводились после предварительной замочки радиоактивного грунта в приборе «Дарси». Замочка проводилась водопроводной водой. Вода заливалась на поверхность радиоактивного грунта постепенно, из мерного стакана специальным черпаком.

В циклах 1 и 2 для замочки использовали по 900г водопроводной воды. Созданный слой воды на поверхности глубиной 0,5 см профильтровывался в течении 15 мин.

В цикле 3 для замочки использовали по 400г водопроводной воды. Созданный слой воды на поверхности глубиной 1,0 см профильтровался в течении 10 мин.

Во всех остальных циклах промывки предварительная замочка не проводилась. Вода впитывалась и на поверхности не происходило образование слоя воды. В конце поливного цикла вся поверхность радиоактивного грунта оставалась влажной.

В циклах 8; 10; 13 вносилась известь-пушонка в сухой грунт из расчета 5-10г в каждый слой (1, 2) извлекаемого грунта из прибора «Дарси». Грунт каждого слоя тщательно перемешивался с известью.

3. Изъятие радиоактивного грунта из прибора «Дарси» и определение его активности проводились по одной методике с предыдущими опытами 11; 13; 33; 34.

- В конце каждого цикла промывки из прибора «Дарси» подлежал изъятию мокрый грунт в виде 2-х верхних слоев глубиной по 2,0см каждый, масса изъятых слоев грунта контролировалась на весах, из расчета 900г вместе с плошкой, в которой проводилась сушка грунта.

- В конце опыта 35 (цикл 15) радиоактивный грунт подлежал изъятию из прибора «Дарси» в виде 3-х слоев, два верхних глубиной по 2,0см и нижний слой - 3,5 см (на всю оставшуюся глубину).

- Подготовленный радиоактивный грунт, отдельно по каждому слою, после циклов промывки проверялся на активность цезия-137 на радиометре РУБ-01Пб в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой 285г.

Основные условия проведения опыта, расходы подачи воды для промывки и результаты изменения активности исследуемой пробы по слоям вертикального профиля, после каждого цикла промывки, приведены в таблицах 3.35; 3.35.1.

*Вывод к опыту 35.*

1. Вымыв радионуклидов цезия-137 за 15 циклов промывки составил для верхних 2-х слоев грунта – 664 Бк/кг, для нижнего слоя 3 – 113 Бк/кг.

2. Нижний слой в течении 15 циклов промывки не рыхлился.

3. Для повышения эффективности вымыва радионуклидов необходимо промывные поливы проводить через определенные промежутки во времени, необходимые для выполнения рыхления почвенного слоя на всю глубину поливного слоя в подсушенном состоянии.

4. Внесение извести-пушонки и особенно предварительная замочка почвенного слоя известковым молоком «способствуют» вымыву радионуклидов.

Таблица 3.35. Изменение активности легко-суглинистого грунта слоем 7,5 см по циклам промывки, с помощью капельного орошения на приборе «Дарси», при минимально-возможных расходах подачи воды.

Дата определения активности.	№ № цикла промывки, слой грунта.	Продолжительность цикла. сут	Грунт			Активность сухой пробы					
			Слой h, см	Масса		Масса н.гр. г	Навеска г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность Бк/кг	Изменение + - Бк/кг
				Сухой г	Мокрый г						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14.08.08	Начало										
	сл. 1	-	2,0	500	-	47,06	285	70	1404	4682	-
	сл.2	-	2,0	508	-	47,06	285	70	1404	4683	-
	сл.3	-	3,5	1060	-	47,16	285	70	1387	4620	-
Замочка водопроводной водой – 900 г в пр. «Дарси».											
22.08.08	Цикл 1	3									
	сл. 1	-	2,0	490	716	51,16	285	70	1403	4677	-5
	сл.2	-	2,0	544	776	51,21	285	70	1401	4671	-12
29.08.08	Цикл 2	2									
	сл. 1	-	2	502	716	51,67	285	70	1399	4665	-9
	сл.2	-	2	556	776	51,80	285	70	1400	4668	-3
5.09.08	Цикл 3	2									
	сл. 1	-	2	517	716	52,76	285	70	1392	4638	-27
	сл.2	-	2	556	776	52,25	285	70	1408	4696	+28
Без предварительной замочки в пр. «Дарси».											
11.09.08	Цикл 4	2									
	сл. 1	-	2	511	716	53,45	285	70	1386	4614	-24
	сл.2	-	2	561	776	53,20	285	70	1393	4643	-53
19.09.08	Цикл 5	2									
	сл. 1	-	2	512	716	53,5	285	70	1401	4672	+58
	сл.2	-	2	565	776	53,58	285	70	1406	4688	+45
26.09.08	Цикл 6	2									
	сл. 1	-	2	518	716	53,9	285	70	1379	4595	-77
	сл.2	-	2	570	776	54,45	285	70	1401	4667	-21
27.09.08	Цикл 7	2									
	сл. 1	-	2	522	716	54,75	285	70	1366	4547	-48
	сл.2	-	2	575	776	54,23	285	70	1386	4619	-48
Без предварительной замочки в пр. «Дарси» внесена известь – пушонка по 9,1 г в каждый слой грунта. Известь и грунт тщательно перемешаны.											
10.10.08	Цикл 8	2									
	сл. 1	-	2	515	716	55,09	285	70	1339	4452	-95

продолжение таблицы 3.35											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	сл.2	-	2	576	776	55,5	285	70	1353	4505	-114
Без предварительной замочки в пр. «Дарси», и без внесения извести.											
17.10.08	Цикл 9	2									
	сл. 1	-	2	521	716	56,77	285	70	1330	4420	-32
	сл.2	-	2	574	776	56,9	285	70	1349	4487	-18
Без предварительной замочки в пр. «Дарси» внесена известь – пушонка по 4,55 г в каждый слой грунта. Известь и грунт тщательно перемешаны.											
24.10.08	Цикл 10	2									
	сл. 1	-	2	529	716	56,95	285	70	1301	4318	-102
	сл.2	-	2	589	776	56,31	285	70	1327	4410	-77
Без предварительной замочки в пр. «Дарси», и без внесения извести.											
31.10.08	Цикл 11	2									
	сл. 1	-	2	529	716	57,86	285	70	1263	4188	-130
	сл.2	-	2	577	776	57,74	285	70	1287	4269	-141
9.11.08	Цикл 12	2									
	сл. 1	-	2	534	716	58,6	285	70	1262	4182	-6
	сл.2	-	2	576	776	58,21	285	70	1288	4273	+4
Без предварительной замочки в пр. «Дарси» внесена известь – пушонка по 4,55 г в каждый слой. Известь и грунт тщательно перемешаны											
16.11.08	Цикл 13	2									
	сл. 1	-	2	536	716	58,83	285	70	1246	4126	-58
	сл.2	-	2	583	776	58,96	285	70	1270	4209	-64
Без предварительной замочки в пр. «Дарси», и без внесения извести.											
22.11.08	Цикл 14	2									
	сл. 1	-	2	534	716	59,48	285	70	1237	4094	-32
	сл.2	-	2	585	776	59,33	285	70	1258	4168	-41
Предварительная замочка в пр. «Дарси» - 700 г известковым молоком 1:10, приготовленного на дистиллированной воде в течении 5 сут. Замочка трех слоев грунта (1, 2, 3) – частями.											
	Цикл 15	2									
29.11.08	сл.1		2	510	716	55,89	285	70	1209	3995	-99
29.11.08	сл.2		2	580	776	59,01	285	-/-	1222	4043	-123
6.12.08	сл.3		2,5	825	1084	52,11	285	-/-	1354	4507	-113

Таблица 3.35.1. Расходы подачи воды через капельное устройство на 7,5 см слой легко-суглинистого грунта по циклам промывки на приборе «Дарси»..

Дата замера расхода.	№ цикла промывки.	Время суток.. час	Подача воды через капельное устройство			
			Объем воды. $W_p, \text{см}^3$	Продолжительность $t, \text{сек}$	Расход $Q, \text{м}^3/\text{с}$	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
Предварительная замочка – 900 г водопроводной водой в пр. «Дарси» слой воды – 1 см. Впитывание – 15 мин.						
15.08.08	Цикл 1	12 <sup>00</sup>	50	2040	0,0245	
		21 <sup>00</sup>	2,5	600	0,0042	
			10,5	120	0,0875	Увеличен расход.
16.08.08	-//-	9 <sup>00</sup>	5	420	0,0119	
			10	110	0,0909	Увеличен расход.
		21 <sup>30</sup>	0	0	0	
			10	260	0,0385	Увеличен расход.
17.08.08	-//-	18 <sup>00</sup>	50	710	0,1220	
		20 <sup>00</sup>	0	0	0	
			10	115	0,0870	Увеличен расход.
18.08.08	-//-	10 <sup>15</sup>	2,5	320	0,0078	
			10	78	0,1282	Увеличен расход.
		13 <sup>00</sup>	10	380	0,0263	
Среднее цикла 1			180,5	5343	0,0338	
23.08.08	Цикл 2	10 <sup>10</sup>	10	215	0,0465	
		20 <sup>10</sup>	5	410	0,0122	
			10	60	0,1667	Увеличен расход.
24.08.08	-//-	10 <sup>35</sup>	5	290	0,0172	
			10	120	0,0833	Увеличен расход.
		19 <sup>45</sup>	5	800	0,0063	
			10	155	0,0645	Увеличен расход.
25.08.08	-//-	8 <sup>00</sup>	0	0	0	
Среднее цикла 2			55	2050	0,0268	
Предварительная замочка – 400г водопроводной водой в пр. «Дарси», слоем 0,3 см.						
30.08.08	Цикл 3	10 <sup>00</sup>	10	155	0,0645	
		20 <sup>00</sup>	10	236	0,0424	
31.08.08	-//-	11 <sup>00</sup>	10	290	0,0345	
		11 <sup>00</sup>	Грунт оставили в пр. «Дарси» без полива, поверхность прикрыта х-бумажной салфеткой от испарения.			
1.09.08	-//-	9 <sup>30</sup>	Грунт плохо отдает воду, через 1 сут. грунт сл.1 и 2 был такой же влажный как 31.08.08г.			
Среднее цикла 3			30	681	0,0441	
Без предварительной замочки в пр. «Дарси».						
6.09.08	Цикл 4	10 <sup>00</sup>	10	260	0,0385	
7.09.08г	-//-	9 <sup>15</sup>	35	152	0,2303	
			10	220	0,0455	Изменили расход.
8.09.08	-//-	9 <sup>15</sup>	5	1520	0,0032	
Среднее цикла 4			60	2152	0,0274	
13.09.08	Цикл 5	10 <sup>15</sup>	10	195	0,0513	
14.09.08	-//-	10 <sup>15</sup>	5	805	0,0062	
			10	210	0,0476	Увеличили расход
15.09.08	-//-	9 <sup>35</sup>	10	840	0,0119	
Среднее цикла 5			35	2050	0,0170	
20.09.08	Цикл 6	10 <sup>45</sup>	10	510	0,0196	

продолжение таблицы 3.35.1

1	2	3	4	5	6	7
21.09.08	-//-	9 <sup>00</sup>	0	0	0	
			10	70	0,1428	Увеличили расход.
		19 <sup>45</sup>	10	125	0,0800	
22.09.08		13 <sup>40</sup>	10	285	0,0351	
Среднее цикла 6			40	990	0,0404	
27.09.08	Цикл 7	10 <sup>15</sup>	10	235	0,0425	
28.09.08	-//-	9 <sup>15</sup>	10	100	0,1000	
		18 <sup>10</sup>	10	155	0,0645	
22.09.08	-//-	14 <sup>00</sup>	10	400	0,0250	
Среднее цикла 7			40	890	0,0449	
Без предварительной замочки в пр «Дарси» внесена известь – пушонка по 9,1 г в каждый слой (1 и 2) грунта.						
4.10.08	Цикл 8	10 <sup>30</sup>	10	140	0,0714	
5.10.09	-//-	9 <sup>30</sup>	0	0	0	
			10	90	0,1111	Увеличен расход.
5.10.08	-//-	17 <sup>15</sup>	10	125	0,0800	
6.10.08	-//-	12 <sup>30</sup>	10	245	0,0408	
Среднее цикла 8			40	600	0,0667	
Без предварительной замочки в пр. «Дарси» и без внесения извести.						
11.10.08	Цикл 9	10 <sup>15</sup>	10	95	0,1052	
		16 <sup>30</sup>	2,5	270	0,0092	
			5	70	0,0714	Увеличен расход.
12.10.08	-//-	11 <sup>00</sup>	10	690	0,0145	
			10	155	0,0645	Увеличен расход.
13.10.08	-//-	11 <sup>00</sup>	2,5	235	0,0106	
Среднее цикла 9			40	1515	0,0264	
Без предварительной замочки в пр. «Дарси» внесена известь – пушонка по 4,55г каждый слой (1 и 2) грунта..						
18.10.08	Цикл 10	10 <sup>20</sup>	10	205	0,0488	
		16 <sup>10</sup>	2,5	370	0,0068	
			10	175	0,0571	Увеличен расход.
19.10.08	-//-	10 <sup>35</sup>	10	660	0,0151	
			10	160	0,0675	Увеличен расход.
20.10.08	-//-	11 <sup>25</sup>	2,5	205	0,0122	
Среднее цикла 10			45	1775	0,0253	
Без предварительной замочки в пр. «Дарси» и без внесения извести.						
25.10.08	Цикл 11	10 <sup>20</sup>	10	170	0,0588	
26.10.08	-//-	10 <sup>25</sup>	0	0	0	
		10 <sup>30</sup>	10	145	0,0690	Увеличили подачу.
27.10.08	-//-	10 <sup>00</sup>	5	275	0,0182	
Среднее цикла 11			25	590	0,0424	
1.11.08	Цикл 12	10 <sup>35</sup>	10	123	0,0813	
		17 <sup>30</sup>	0	0	0	
		17 <sup>30</sup>	10	105	0,0952	Увеличен расход.
2.11.08	-//-	10 <sup>00</sup>	10	485	0,0206	
3.11.08	-//-	10 <sup>15</sup>	2,5	1230	0,0020	
		10 <sup>35</sup>	10	195	0,0512	Увеличен расход.
4.11.08	-//-	10 <sup>00</sup>	5	650	0,0077	
Среднее цикла 12			47,5	2788	0,0170	
Без предварительной замочки в пр. «Дарси» внесена известь по 4,55г в каждый слой..						
10.11.08	Цикл 13	11 <sup>15</sup>	10	240	0,0417	

продолжение таблицы 3.35.1

1	2	3	4	5	6	7
	-//-	16 <sup>20</sup>	2,5	300	0,0083	
		16 <sup>25</sup>	10	117	0,0854	Увеличен расход.
11.11.08	-//-	10 <sup>45</sup>	10	295	0,0339	
12.11.08	-//-	9 <sup>45</sup>	10	405	0,0247	
Среднее цикла 13			42,5	1357	0,0313	
Без предварительной замочки в пр. «Дарси» и без внесения извести.						
17.11.08	Цикл 14	9 <sup>35</sup>	10	150	0,0667	
		17 <sup>30</sup>	0	0	0	
		17 <sup>30</sup>	10	195	0,0513	Увеличен расход.
18.11.08	-//-	10 <sup>53</sup>	10	660	0,0151	
			10	225	0,0444	Увеличен расход.
19.11.08	-//-	9 <sup>20</sup>	5	510	0,0098	
Среднее цикла 14			45	1740	0,0026	
Предварительная замочка в пр. «Дарси» -700г известковым молоком 1:10 на дистиллированной воде в течении 5 суток, замочка отдельно каждого слоя (1, 2, 3) равными порциями. (Молоко плохо впитывалось).						
24.11.08	Цикл 15	11 <sup>10</sup>	10	255	0,0399	
		14 <sup>10</sup>	0	120	0	
			10	340	0,0294	Увеличен расход.
25.11.08	-//-	10 <sup>45</sup>	2,5	900	0,0028	
			10	243	0,0411	Увеличен расход.
26.11.08	-//-	13 <sup>00</sup>	2,5	560	0,0045	
Среднее цикла 15			35	1818	0,0193	

### **III 3.10 Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 18 см слоя почвы при периодических поливах.**

**ОПЫТЫ: 18; 18-1; 18-2; 22 23п.**

**ОПЫТ 18. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 17,5см слоя разнородного (3-х слойного) грунта при регулярных поливах дождеванием. (Три типа грунта, в т.ч. цеолит).**

*Исходные данные к опыту 18.*

Опыт вымыва цезия-137 из трехслойного разнородного грунта общим слоем 17,5 см, проводился в комнатных условиях при регулярных поливах дождеванием в цилиндрическом сосуде диаметром 10 см.

Исследуемая проба грунта, общей массой – 2000г, представлена 3-мя типами грунтов различных по радиоактивности и мехсоставу.

Тип I – грунт легкосуглинистый, общей массой 600г, с первоначальной удельной активностью 4168 Бк/кг, отбирался из верхнего 10см почвенного слоя на существующей осушительной системе к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на (см. Часть III.2.2, опыт бп, точка 7, у проселочной дороги).

Тип II – гранулированный цеолит, с размером гранул (1,2x5)мм, общей массой 150г, с первоначальной удельной активностью 120 Бк/кг, приготовленный в лабораторных условиях из цеолитосодержащего трепела Хатынецкого месторождения, Орловской области.

Тип III – карьерный песок п. Кокино, общей массой 1250г, с первоначальной удельной активностью 30,9 Бк/кг, крупность песка  $\leq 1$ мм.

В качестве емкости для засыпки грунта и создания трехслойного профиля общей глубиной 17,5см использовался цилиндрический сосуд, приготовленный из пластмассовой 2-х литровой бутылки диаметром 10см, высотой 25см. Для сброса дренажной воды в стенке сосуда проколоты шилом 5 отверстий диаметром 2мм, на уровне 1,0см от дна.

Полив проводился из лейки, водой комнатной температуры разного типа: дистиллированной, дождевой, снеговой и дистиллированной с добавлением аммиачной селитры.

Схема первоначальной засыпки грунта в пластмассовый сосуд, для вымыва радионуклидов периодическими поливами и сброса дренажной воды, представлена на **рис. 3.18.**

*Цель опыта 18.*

- Изучить вымыв радионуклидов цезия-137 из верхнего слоя радиоактивного грунта при периодических поливах.
- Изучить влияние слоя цеолита в виде гранул размером (1,2 x 5) мм на

задержание радионуклидов, вымываемых из вышележащих слоев радиоактивного грунта.

- Изучить роль слоя песка на задержание радионуклидов при перемещении последних с водой.

#### *Условия проведения опыта 18.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы грунта общей массой 2000г в пластмассовый сосуд, полив, извлечение грунта по слоям из сосуда для определения изменения активности, проводились в определенной последовательности, после каждого промывного цикла, независимо от его продолжительности, от поливной нормы и типа воды.

#### 1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы грунта в пластмассовый сосуд.

- Каждый тип исследуемой пробы грунта, отдельно, подвергался высушиванию на нагревательном электроприборе и охлаждению в комнатных условиях в закрытом полиэтиленовом мешке, не менее 2-х суток для каждого способа подготовки.

- Охлажденный грунт типа I и III измельчался, просеивался через сито с ячейками 1 мм.

- Охлажденный грунт типа II (цеолит) измельчался и просеивался в начале через сито с ячейками 1,2мм x 5мм, и затем для высева гранул цеолита менее 1,2мм, он просеивался через сито с ячейками 1,0мм.

- Подготовленный грунт каждого типа тщательно перемешивался и проводилась проверка первоначальной активности на радиометре РУБ-01Пб в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой – 200г для проб грунта I и III типа, для цеолита – 100г и проверялась средняя масса насыпного грунта.

- Подготовленный грунт трех типов засыпался в чистый, сухой, сосуд по слоям по схеме представленной на **рис. 3.18.**

- Слои каждого типа грунта (I, II, III) разделялись в сосуде стеклохолстом в 1слой, для предотвращения перемешивания между собой на границе их соприкосновения. Для быстрого разделения и изъятия слоев, каждый тип грунта, засыпался в сосуд в отдельный разделительный целлофановый мешок с дном из стеклохолста.

- Дренажные отверстия в дне сосуда, перед засыпкой сухого грунта, прикрывались слоем мокрой фильтрованной бумаги.

- Грунт I, II, III типа засыпался в сосуд и изымался из него по слоям.

Верхний слой – грунт типа I (радиоактивный, легко-суглинистый) засыпался в один разделительный целлофановый мешок в виде двух подслоев 1-1, 1-2 массой по 300г каждый.

Средний слой – грунт типа II (цеолит) засыпался в виде одного слоя 2-1 массой – 150г, отдельно, во второй целлофановый разделительный мешок.

Нижний слой – грунт типа III (карьерный песок) засыпался, в виде трех подслоев 3-1, 3-2, 3-3, соответственно с массой 300г, 300г, 650г, пря-

мо в пластмассовый сосуд без вспомогательного целлофанового разделительного мешка.

- Поверхность каждого засыпанного слоя и подслоя выравнивалась по горизонтальным отметкам торцом деревянной линейки без встряхивания грунта в сосуде.

- Начиная с поливного цикла 6 между подслоями 1-1 и 1-2, 3-1 и 3-2, 3-2 и 3-3 укладывался разделительный стеклохолст в 1 слой, для более точного разделения подслоев при изъятии их из сосуда.

## 2. Вымыв радионуклидов цезия-137 из слоя грунта 17,5 см и сбор дренажной воды.

- Вымыв радионуклидов цезия-137 из верхнего слоя легкосуглинистого радиоактивного грунта проводился по поливным циклам.

- Всего проведено – 17 поливных циклов.

- Один поливной цикл состоит из 5-ти поливов дождеванием с нормой  $800 \div 200$  г, с интервалом между ними, в основном – 1 сутки.

- Первый полив выдавался с увеличенной нормой воды в 3-4 раза, для осуществления и ускорения смачивания сухого измельченного грунта, в начале каждого поливного цикла.

- Поливная норма выдавалась на поверхность радиоактивного грунта, прикрытого пластмассовой сеткой с ячейками 2x2 мм, для предотвращения нарушения выравненной поверхности.

- Вода подавалась в виде дождя из лейки, поливная норма контролировалась с помощью мерного стакана. На поверхности создавался временный слой воды  $1 \div 2$  см, на период не более 0,5 часа.

- Для сбора дренажной воды, сосуд с грунтом, до начала полива, устанавливался над специальной пластмассовой кюветкой с помощью подставки.

- Полив осуществлялся водой комнатной температуры.

- В течении поливного цикла ежедневно фиксировались температура в комнатных условиях и объем поливной и дренажной воды.

## 3. Изъятие грунта из сосуда по слоям и определение его активности, после каждого поливного цикла.

- В конце поливного цикла влажный грунт каждого типа, извлекался из сосуда по слоям легко и быстро с помощью разделительных целлофановых мешков с дном из стеклохолста.

Подслои во влажном состоянии разделялись по глубине с помощью мерной линейки и масса грунта каждого подслоя контролировалась взвешиванием с точностью до 1 грамма.

- Извлеченные подслои грунта укладывались отдельно в специальные сферические дюралевые площадки и отправлялись на сушку на нагревательные электроприборы на 2 суток.

- Дальнейшая подготовка сухого грунта, каждого подслоя для определения активности, проводилась в той же последовательности, как в начале настоящего опыта.

- Охлажденный грунт типа I и III измельчался и просеивался через сито 1мм, грунт типа III (слипшиеся гранулы цеолита) разрыхлялся и просеивался через сито с ячейками 1,2мм x 5мм.

- Подготовленный грунт каждого подслоя, перед определением активности на радиометре РУБ–01П6, подвергался взвешиванию и определению средней массы насыпного измельченного грунта в 50 мл емкости на весах с точностью до 0,01г.

Основные условия проведения опыта и результаты изменения активности грунта для каждого подслоя, по циклам полива в зависимости от типа воды и поливной нормы, приведены в **таблице 3.18**.

### Выводы к опыту 18.

1. Снижение удельной активности в грунтах I типа (в суглинистом слое) на 1370 Бк/кг, после 17 поливных циклов, указывает на вымыв радионуклидов из этого слоя (см. таблицу 3.18, цикл 17, сл.1).

2. Повышение удельной активности в грунте II типа (в цеолите) на 358 Бк/кг, после 17 поливных циклов, указывает на способность гранулированного цеолита задерживать (адсорбировать на своей поверхности) радионуклиды, вымываемые из вышележащего слоя радиоактивного грунта (см. таблицу 3.18, цикл 1, сл.2).

3. Пески не представляют собой материала для постоянного удержания поступающих радионуклидов из вышележащих радиоактивных слоев грунта.

Удельная активность 9см слоя песка в течении 17 циклов промывки, то увеличивалась, то уменьшалась на 10÷20 Бк/кг.



**Рис. 3.18.** Схема засыпки грунта в цилиндрический пластмассовый сосуд.

Таблица 3.18. Изменение активности разнородного 3-х слойного грунта глубиной 17,5 см по слоям вертикального профиля, при регулярных поливах дождеванием по каждому поливному циклу. (В сосуде диаметром 10 см, 3 типа грунта: рад. легкий суглинок, цеолит, песок).

Дата определения активности.	№, № цикл полива, слой грунта	Продолжительность цикла, сут	Вода для полива							Грунт				Активность сухой пробы Фон 70,3 Бк				
			Тип <u>поливная</u> дренажная	Общая масса г	в т.ч. по поливам, г					тип	слой h, см	Масса		Навеска г	Масса н.гр. г	Актив-ность навески Бк	Удель-ная актив-ность. Бк	Измене-ние. + - Бк/кг
					1	2	3	4	5			сухой г	мокрый г					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
26.12.06	Начало										17,5							
	сл 1-1		См. рис.18							рад	3,0	300	-	200	47,05	902,1	4158	-
	сл 1-2		Нет стеклохолста между подслоями							рад	3,0	300	-	200	47,06	905,9	4177	-
	сл 2-1									ц	2,5	150	-	100	25,35	82,5	119,1	-
	сл 3-1									п	2,5	300	-	200	71,35	80,6	30,9	-
	сл 3-2									п	2,5	300	-	200	71,35	80,6	30,9	-
	сл 3-3									п	4	650	-	200	71,35	80,6	30,9	-
13.01.07	Цикл 1	5	дистил.	1600	800	200	200	200	200	-								
	сл 1-1		дренаж	977	202	190	177	183	225	рад	2,8	280	368	200	49,15	804,3	4063	-121
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		19 <sup>0</sup>	19 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	рад	3,2	320	416	200	49,85	856	3917	-230
	сл 2-1									ц	2,5	145	170,8	97,8	25,15	84,1	131,1	+11
	сл 3-1									п	2	260	312	200	72,25	81,1	49,2	+18,3
	сл 3-2									п	2	260	300	200	72,95	78,4	40,9	+10
	сл 3-3									п	4	645	799	200	73,95	80,1	44,2	+13,2
30.01.07	Цикл 2	5	дождев.	1100	600	200	100	100	100	-								
	сл 1-1		дренаж	530	63	177	100	97	93	рад	2,7	274		200	48,95	870	4026	-37
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		21 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	19 <sup>0</sup>	19 <sup>0</sup>	рад	3,2	318		200	50,15	842	3858	-89
	сл 2-1									ц	2,5	141		100	21,85	107,2	368,8	+237,7
	сл 3-1									п	3	434		200	72,75	79,2	44,3	-4,9
	сл 3-2									п	2,5	349		200	72,85	78,3	39,9	-1
	сл 3-3									п	2,5	361		200	74,45	80,2	49,3	+5,1
07.02.07	Цикл 3	6	дождев.	1050	550	200	100	100	100	-								
	сл 1-1		дренаж	457	11	160	97	93	96	рад	2,7	265	387	200	50,65	859	3944	-82
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		18 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	16,5 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	рад	3,4	335	467	200	49,95	833	3814	-44
	сл 2-1									ц	2,5	141	270	100	23,35	83,5	132,3	+12,3
	сл 3-1									п	2,5	357	506	200	71,95	79,3	44,9	+0,6
	сл 3-2									п	3,0	405	408	200	73,35	-	-	-
	сл 3-3									п	3,0	403	415	200	74,75	79,15	44,3	-5,0

продолжение таблицы 3.18																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
19.02.07	Цикл 4	6	дождев.	1600	600	250	250	250	250	-									
	сл 1-1		дренаж	927	40	200	205	242	240	рад	2,9	285	402	200	51,25	850,4	3900	-44	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		17 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	рад	3,0	298	436	200	51,35	832	3805	-9	
	сл 2-1									ц	2,5	144	280	100	22,85	88,2	179,1	+46,8	
	сл 3-1									п	2,5	332	390	200	71,05	78,8	42,6	-2,3	
	сл 3-2									п	3,5	446	514	200	72,95	78,5	41,1	+0,6	
	сл 3-3									п	3	352	394	200	74,85	80,2	49,3	+5	
28.02.07	Цикл 5	6	дождев	1500	500	250	250	250	250	-									
	сл 1-1		дренаж	894	8	184	231	235	236	рад	3,3	324	451	200	50,05	848,5	3891	-9	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		17 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	11,5 <sup>0</sup>	11 <sup>0</sup>	11 <sup>0</sup>	рад	2,4	240	335	200	50,05	829	3794	-11	
	сл 2-1									ц	2,5	134	247	100	22,35	90	196,7	+17,6	
	сл 3-1									п	2,5	298	344	200	72,55	80,3	50	+7,4	
	сл 3-2									п	2,2	286	332	200	72,75	78,8	42,5	+1,4	
	сл 3-3									п	4,0	520	605	200	75,25	79,2	44,5	-4,8	
10.03.07	Цикл 6	6	снеговая	1600	600	250	250	250	250										
	сл 1-1		дренаж	978	60	230	222	240	226	рад	2,9	290	405	200	51,95	841,7	3857	-34	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		19 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	рад	2,5	250	349	200	52,05	832,2	3809	+15	
	сл 2-1		См. рис.18. Стеклохолст между подслоями с цикла 6,								ц	2,5	128	241	100	22,45	89,2	189	-7,5
	сл 3-1		положили 1-й раз								п	2,6	330	384	200	74,05	78,6	41,1	-8,6
	сл 3-2									п	2,5	316	364	200	74,95	77,4	35,6	-8,9	
	сл 3-3									п	3	444	517	200	75,0	78,9	43,0	-1,5	
20.03.07	Цикл 7	5	снеговая	2000	800	300	300	300	300										
	сл 1-1		дренаж	1318	174	318	282	272	272	рад	2,1	284	385	200	52,35	826,9	3783	-74	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		23 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	21,5 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	рад	2,5	244	333	200	52,75	807	3684	-125	
	сл 2-1									ц	2,5	130	235	100	23,55	917	214,4	+25,2	
	сл 3-1									п	2,6	320	372	200	74,35	79	43,4	+2	
	сл 3-2									п	2,5	308	348	200	74,35	77,5	36,1	+0,5	
	сл 3-3									п	3	440	496	200	75,35	79,1	44,1	+1,1	
31.01.07	Цикл 8	8	снеговая	2000	800	300	300	300	300										
	сл 1-1		дренаж	1050	-	266	272	238	272	рад	2,8	278	368	200	52,25	810,4	3700	-83	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	24,5 <sup>0</sup>	рад	2,4	238	321	200	52,65	801,7	3657	-27	
	сл 2-1									ц	2,5	130	231	100	22,15	94,7	244,4	+30	
	сл 3-1									п	2,5	306	352	200	74,05	80,7	51,9	+8,9	
	сл 3-2									п	2,5	310	356	200	74,45	78,5	41,0	+4,6	
	сл 3-3									п	3,8	450	524	200	75,55	78,5	42,4	-1,7	
11.04.07	Цикл 9	7	снеговая	2000	800	300	300	300	300	-									
	сл 1-1		дренаж	1117	184	90	287	280	276	рад	2,7	266	351	200	53,05	804,6	3671	-29	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		24 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	рад	2,4	240	319	200	52,95	792,8	3612	-45	

продолжение таблицы 3.18																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	сл 2-1				См. рис.18						ц	2,5	126	225	100	22,65	97,9	276	+31,8
	сл 3-1		На цеолите (между сл. 1 и сл.2), стеклохолст в 2 слоя								п	2,5	294	340	200	74,15	79,7	46,9	-5
	сл 3-2														п	2,5	308	352	
	сл 3-3									п	3,8	456	529	200	74,85	81,2	54,3	+11,9	
21.04.07	Цикл 10	6	дождев.	2000	600	350	350	350	350										
	сл. 1-1		дренаж	1088	-	98	332	338	320	рад	2,5	252	357	200	55,15	788,5	3591	-80	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		16 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	рад	2,3	232	315	200	54,55	782,4	3561	-51	
	сл 2-1									ц	2,5	122	219	100	23,75	101,2	309	+32,8	
	сл 3-1									п	2,2	280	328	200	74,75	78,6	41,5	-5,4	
	сл 3-2									п	2,5	292	342	200	75,05	80,06	48,8	+2,7	
	сл 3-3									п	3,8	478	567	200	75,65	79,5	46	-8,3	
11.05.07	Цикл 11	8	дистил.	2000	600	350	350	350	350	-									
	сл 1-1		дренаж	1450	122	300	354	334	340	рад	2,3	228	301	200	55,25	779,9	3548	-43	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		11 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	14 <sup>0</sup>	14 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	ц	2,4	236	317	200	55,75	786	3578	+17	
	сл 2-1									п	2,5	126	225	100	22,88	99,6	292,5	-16,5	
	сл 3-1									п	2,2	272	318	200	74,15	80,4	50,4	+8,9	
	сл 3-2									п	2,5	302	350	200	73,95	78,8	42,8	-6	
	сл 3-3										2,5	474	555	200	74,25	81	53,3	+7,3	
25.05.07	Цикл 12	6	дистил.	2000	600	350	350	350	350	-									
	сл 1-1		+10г селитры, раствор								рад	2,2	220	296	200	58,35	700,6	3152	-396
	сл 1-2		дренаж	1530	158	342	350	340	340	рад	2,3	230	307	200	57,75	738,5	3341	-237	
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		16 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>	18,5 <sup>0</sup>	19,5 <sup>0</sup>	ц	2,5	126	219	100	23,75	105,7	354,3	+61,8	
	сл 3-1									п	2	254	292	200	75,85	81,03	53,7	-3,3	
	сл 3-2									п	2,1	268	312	200	75,55	78,42	40,6	-2,2	
	сл 3-3									п	4,0	504	593	200	74,65	75,21	24,6	-28,7	
5.06..07	Цикл 13	7	дистил.	2000	600	350	350	350	350	-									
	сл 1-1		дренаж	1508	152	396	342	334	344	рад	2,0	194	257	200	58,75	693,9	3103	-52	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		25,5 <sup>0</sup>	26,7 <sup>0</sup>	27 <sup>0</sup>	27 <sup>0</sup>	27 <sup>0</sup>	рад	2,3	232	303	200	57,95	737,8	3319	-22	
	сл 2-1		Сосуд после полива закрывали плоской								ц	2,5	124	217	100	22,85	107,1	368	+14
	сл 3-1									п	2	242	282	200	75,75	79,3	45,2	-8,5	
	сл 3-2									п	2	252	294	200	75,75	78,8	42,6	+2	
	сл 3-3									п	4,2	530	623	200	75,05	77,2	34,4	-9,8	
19.06.07	Цикл 14	9	дистил.	2000	600	350	350	350	350	-									
	сл 1-1		дренаж	1444	114	360	338	322	320	рад	2,0	202	270	200	57,55	675,8	3027	-76	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		25,5 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	рад	2,3	230	300	200	57,15	727	3284	-35	
	сл 2-1									ц	2,5	130	220	100	24,55	107,9	376,3	+7,7	
	сл 3-1									п	1,8	226	258	200	75,35	81,6	56,5	+10,7	
	сл 3-2									п	2	252	292	200	74,25	79,3	44,9	+2,3	

продолжить таблицу 3.18																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	сл 3-3									п	4,2	524	616	200	74,45	77,7	37,1	+2,7	
29.06.07	Цикл 15	7	водопровод.	2200	600	400	400	400	400	-									
	сл 1-1		+10г селитры, раствор								рад	2,0	198	250	200	58,45	641,8	2857	-170
	сл 1-2		дренаж	1698	168	402	рад	2,2	222	рад	2,2	222	336	200	сл 1-2		дренаж	1698	
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		27 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	ц	2,4	120	240	100	23,25	120,3	499,2	+123,4	
	сл 3-1									п	1,5	186	270	200	75,45	79,4	45,3	-11,2	
	сл 3-2									п	2,1	270	368	200	73,45	79,5	46	+1,1	
	сл 3-3									п	4,5	540	629	200	74,85	77,6	36,7	-0,4	
10.07.07	Цикл 16	6	водопровод.	2400	800	400	400	400	400	-									
	сл 1-1		холодная							рад	1,9	188	245	200	58,15	630,2	2800	-57	
	сл 1-2		дренаж	1878	376	366	364	372	380	рад	2,3	224	289	200	58,15	681,4	3053	-37	
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		24,5 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	ц	2,4	122	210	100	23,05	122,7	5237	+23	
	сл 3-1									п	1,6	224	255	200	75,25	81,04	53,7	+8,4	
	сл 3-2									п	2	234	367	200	74,55	77,3	34,8	-11,2	
	сл 3-3									п	4,5	554	649	200	75,85	77,6	36,5	-0,4	
27.07.07	Цикл 17	8	сточная	2000	600	350	350	350	350	-									
	сл 1-1		г.Новозыбков							рад		206	272	200	58,02	599,5	2646	-154	
	сл 1-2		дренаж	1438	70	390	320	330	328	рад		208	272	200	57,15	660,3	2950	-105	
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		24	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	23,5 <sup>0</sup>	ц		126	216	100	25,35	118	477	-46,7	
	сл 3-1									п		208	242	200	75,35	79,9	47,8	-5,9	
	сл 3-2									п		231	270	200	75,05	75,9	27,9	-6,9	
	сл 3-3									п		650	646	200	75,75	76,4	30,6	-6,2	

**ОПЫТ 18-1. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 17,5см слоя разнородного (2-х слойного) грунта при регулярных поливах дождеванием. (Два типа грунта, без цеолита).**

*Исходные данные к опыту 18-1.*

Опыт 18-1 вымыва цезия-137 из общего 17,5 см двухслойного разнородного грунта проводился в комнатных условиях, при регулярных поливах дождеванием в цилиндрическом сосуде диаметром 10 см.

Условия и методика проведения опыта 18-1 идентичны опыту 18.

Общий слой грунта в сосуде – 17,5см в настоящем опыте 18-1 отличался от опыта 18, только типом грунта в слое 2 (вместо гранулированного цеолита слоем 2,5см, засыпался карьерный песок слоем 2,5см).

Исследуемая проба грунта, общей массой 2150г, представлена в виде 2-х типов грунтов различных по радиоактивности и мехсоставу.

Тип I – грунт легко-суглинистый, общей массой 600г, с первоначальной удельной активностью 4168 Бк/кг, отбирался из верхнего 10см почвенного слоя на существующей осушительной системе к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на, в той же точке отбора, что и для опыта 18.

Тип II – карьерный песок п. Кокино, общей массой 1550г, с первоначальной удельной активностью 30,9 Бк/кг, диаметр песчинок  $\leq 1$ мм.

В качестве емкости для засыпки грунта и создания двухслойного профиля общей глубиной – 17,5см использовался цилиндрический сосуд, идентичный по габаритам опыту 18 (высотой – 25см, диаметром – 10 см, с дренажными отверстиями на уровне 1,0см от дна).

Схема засыпки грунта по слоям в пластмассовый сосуд, для осуществления полива и сброса дренажной воды, аналогична опыту 18, (**см. Рис. 3.18, Часть III.3.10, опыт 18).**

*Цель опыта 18-1.*

- Изучить вымыв радионуклидов цезия-137 из слоя легко-суглинистого грунта, если нижележащий слой состоит из песка.

*Условия проведения опыта 18-1.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы грунта общей массой 2150г в пластмассовый сосуд, полив и извлечение грунта по слоям из сосуда для определения изменения его активности, проводились в определенной последовательности, после каждого промывного цикла, независимо от его продолжительности, от поливной нормы и типа воды, по методике выполнения опыта 18.

1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы грунта в пластмассовый сосуд проводились аналогично опыту 18.

- Подготовленный грунт типа I и II засыпался в чистый, сухой, пластмассовый, цилиндрический сосуд в виде 3-х слоев, отделенных друг от друга стеклохолстом. Слой 1– легкосуглинистый грунт и слой 2– песок

засыпались в отдельные разделительные целлофановые мешки с дном из стеклохолста, по схеме представленной на рис. 3.18 (см. опыт 18).

- Грунт I и II типов засыпался в сосуд и изымался из него по слоям.

Верхний слой – грунт типа I (радиоактивный, легкосуглинистый) засыпался в один разделительный целлофановый мешок в виде двух подслоев 1-1, 1-2 массой по 300г каждый.

Средний слой – грунт типа II (карьерный песок) засыпался, отдельно во второй целлофановый разделительный мешок, в виде одного слоя 2-1 массой – 300г.

Нижний слой – грунт типа II (карьерный песок) засыпался, прямо в пластмассовый сосуд без вспомогательного целлофанового разделительного мешка, в виде трех подслоев 3-1, 3-2, 3-3, соответственно с массой 300г, 300г, 650г.

- Начиная с поливного цикла 6 между подслоями 1-1 и 1-2, 3-1 и 3-2, 3-2 и 3-3 укладывался разделительный стеклохолст в 1 слой, для более точного разделения подслоев при изъятии их из сосуда.

2. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из слоя грунта 17,5 см и сбор дренажной воды проводился по правилам ведения опыта 18.

- Всего проведено 16 поливных циклов.

- Один поливной цикл состоит из 5-ти поливов, с нормой 800÷200г воды, с интервалом между поливами – 1 сутки.

3. Изъятие грунта из сосуда по слоям и определение его активности, после каждого поливного цикла проводились по правилам ведения опыта 18.

Основные условия проведения опыта 18-1 и результаты изменения активности грунта для каждого подслоя по циклам полива в зависимости от типа воды и поливной нормы, приведены в таблице 3.18-1.

*Выводы к опыту 18-1.*

1. В опытах 18 и 18-1- верхний радиоактивный слой грунта одинаковый по массе, мехсоставу и первоначальной удельной активности. При однотипной промывке (полив дождеванием) удельная активность в этих слоях снизилась почти равнозначно:

опыт 18, при 17 поливных циклах – на 1370 Бк/кг.

опыт 18-1, при 16 поливных циклах – на 1288 Бк/кг.

2. Средний слой (подстиляющий слой) глубиной 2,5см насыщается радионуклидами цезия – 137, вымытыми из верхнего слоя, в большей степени чем нижележащие слои, цеолит задерживает в 5-ть раз больше чем песок:

опыт 18- цеолит 2,5см, удельная активность увеличилась на 358 Бк/кг за 17 циклов.

опыт 18-1 - песок 2,5см, удельная активность увеличилась на 76 Бк/кг за 16 циклов

3. Нижний слой – песок  $d \leq 1$ мм, при толщине слоя 9см:

опыт 18 - под слоем цеолита 2,5см, за 17 поливных циклов удельная активность песка в 9 см толще увеличилась на 4,5 Бк/кг;

опыт 18-1 - под слоем песка 2,5см, за 16 поливных циклов удельная активность песка в 9см толще увеличилась на 28,4 Бк/кг.

Таблица 3.18-1. Изменение активности разнородного 2-х слойного грунта глубиной 17,5 см по слоям вертикального профиля, при регулярных поливах дождеванием по каждому поливному циклу. (В сосуде диаметром 10 см 2-а типа грунта: рад. легкий суглинок, песок).

Дата определения активности.	№, № цикла полива, слой грунта.	Продолжительность цикла сут	Вода для полива							Грунт				Активность сухой пробы					
			Тип поливная дренажная.	Общая масса. г	в т.ч. по поливам, г					Тип.	Слой. h, см	Масса		Навеска г	Масса н.гр. г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность Бк/кг	Изменение + - Бк/кг
					1	2	3	4	5			сухой г	мокрый г						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
26.12.06	Начало										17,5	2150							
	сл 1-1		См. рис.18							рад	3,0	300	-	200	47,05	70,6	911,1	4234	
	сл 1-2		Нет стеклохолста между подслоями							рад	3,0	300	-	200	47,45	70,6	918,7	4240	
	сл 2-1									п	2,5	300	-	100	71,35	70,6	80,6	30,9	
	сл 3-1									п	2,5	300	-	200	71,35	70,6	80,6	30,9	
	сл 3-2									п	2,5	300	-	200	71,35	70,6	80,6	30,9	
	сл 3-3									п	4	550	-	200	71,35	70,6	80,6	30,9	
18.01.07	Цикл 1	6	дистил.	1600	800	200	200	200	200	-									
	сл 1-1		дренаж	1003	250	192	178	183	187	рад	2	202	296	200	49,55	69,95	888	4090	-144
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		19 <sup>0</sup>	19 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	рад	4	408	588	200	49,95	69,95	896	4130	-110
	сл 2-1									п	2,5	290	354	200	71,95	68,95	77,17	41,1	+10,2
	сл 3-1									п	2,5	288	360	200	73,55	68,95	77,87	44,6	+13,7
	сл 3-2									п	3,5	400	500	200	73,25	68,95	77,1	40,8	+9,3
	сл 3-3									п	4	500	600	200	75,85	68,95	79,5	53,0	+22,1
29.01.07	Цикл 2	5	дождев	1300	600	200	200	200	100	-									
	сл 1-1		дренаж	733	100	177	178	188	90	рад	2,6	257	315	200	48,05	68,95	878,9	4050	-40
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		22 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	рад	3,4	339	485	200	47,85		874,6	4028	-81
	сл 2-1									п	2,5	277	335	200	71,85		84,2	76,4	+35,3
	сл 3-1									п	3	391	458	200	73,55		78,1	45,9	+1,3
	сл 3-2									п	3	383	436	200	73,75		79,8	54,0	+13,2
	сл 3-3									п	4,0	479	560	200	74,35		80,7	58,6	+5,6
08.02.07	Цикл 3	6	дождев.	1100	600	200	100	100	100	-									
	сл 1-1		дренаж	540	86	184	86	90	94	рад	2,5	256	407	200	48,85	68,95	879,2	4051	+1
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		17 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	16,5 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	рад	3,4	339	436	200	49,55		872,6	4029	+1
	сл 2-1									п	2,5	277	320	200	71,85		97,7	143,8	+67,4
	сл 3-1									п	3,0	391	450	200	73,55		77,77	44,1	-1,8
	сл 3-2									п	3,0	389	425	200	74,25		78,97	50,1	-3,9
	сл 3-3									п	4	499	577	200	74,95		79,27	51,2	-7,4
20.02.07	Цикл 4	6	дождев.	1600	600	250	250	250	250	-									

продолжение таблицы 3.18-1																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	сл 1-1		дренаж	1130	192	240	222	232	244	рад	2,8	276	394	200	49,95	68,95	870	4005	-46	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		17 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	рад	2,8	284	425	200	49,95		872	4015	-14	
	сл 2-1									п	2,6	244	294	200	72,45		98,16	146,1	+23,7	
	сл 3-1									п	2,5	292	344	200	72,95	68,95	78,69	48,7	+4,6	
	сл 3-2									п	2,8	366	426	200	73,45		78,85	49,5	-0,6	
	сл 3-3									п	4	573	668	200	73,85		81,75	64	+12,8	
2.03.07	Цикл 5	6	дождев.	1600	600	250	250	250	250	-										
	сл 1-1		дренаж	1070	110	240	240	240	240	рад	2,9	290	407	200	50,85	68,95	870,2	4006	+1	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		13 <sup>0</sup>	11,5 <sup>0</sup>	11 <sup>0</sup>	11 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	рад	2,6	256	357	200	50,95		871,4	4012	-3	
	сл 2-1									п	2	236	246	200	74,35		102,12	165,9	+19,8	
	сл 3-1									п	3	394	456	200	73,75		78,6	48,3	+4,2	
	сл 3-2									п	2,5	302	352	200	72,75		82,8	69,3	+19,8	
	сл 3-3									п	4	520	610	200	73,6		80,9	59,9	-4,1	
14.03.07	Цикл 6	6	снеговая	1600	600	250	250	250	250	-										
	сл 1-1		дренаж	1057	133	236	222	240	226	рад	2,8	280	387	200	51,85	68,95	858,1	3943	-58	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		22 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	рад	2,5	254	345	200	51,85		847,3	3892	-120	
	сл 2-1		См. рис.18							п	2	226	263	200	75,65		99,35	152	-13,9	
	сл 3-1		Стеклохолст между подслоями с цикла 6,								п	2,5	324	378	200	75,05		78,32	48,3	-0
	сл 3-2		положили первый раз								п	2,5	356	200	200	74,65		78,69	48,7	-20,6
	сл 3-3									п	4	531	616	200	74,65		84,34	84,3	+24,8	
26.03.07	Цикл 7	6	снеговая	1800	600	300	300	300	300	-										
	сл 1-1		дренаж	1206	136	280	246	264	280	рад	2,8	278	381	200	53,05	68,95	837,7	3844	-103	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		21,5 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	22,5 <sup>0</sup>	рад	2,5	250	341	200	52,35		843,7	3874	-17	
	сл 2-1									п	1,5	218	255	200	75,45		97,9	144,8	-7,2	
	сл 3-1									п	2,5	312	364	200	74,85		78,8	49,3	+1	
	сл 3-2									п	3	340	400	200	74,35		80,1	55,8	+7	
	сл 3-3									п	4,5	540	633	200	75,95		80,0	55,3	-29	
6.04.07	Цикл 8	7	снеговая	2000	800	300	300	300	300	-										
	сл 1-1		дренаж	1483	318	276	284	295	310	рад	2,7	265	357	200	52,55	68,95	832,8	3819	-25	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		23 <sup>0</sup>	24 <sup>0</sup>	24 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	рад	2,5	250	337	200	51,75		843,9	3874	-0	
	сл 2-1									п	1,5	220	255	200	75,65		97,9	142,8	-2	
	сл 3-1									п	2,0	292	340	200	75,35		80,1	55,8	+6,5	
	сл 3-2									п	2,7	344	344	200	74,85		80,7	59	+3,2	
	сл 3-3									п	4,5	546	639	200	74,85		82,2	66,4	+11,1	
19.04.07	Цикл 9	6	снеговая	1800	600	300	300	300	300	-										
	сл 1-1		дренаж	1336	144	288	300	304	300	рад	2,6	263	361	200	54,25	68,95	824,5	3778	-41	
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		11 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	рад	2,5	246	335	200	53,35		845,4	3882	+8	
	сл 2-1		См. рис.18							п	1,5	217	255	200	76,15		97	140,2	-2,6	

продолжение таблицы 3.18-1																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	сл 3-1		На песке (между сл.1 и сл.2) стекло-холст в 2 слоя									п	2,0	274	315	200	75,25		81,2	61,4	+5,6
	сл 3-2											п	2,7	344	402	200	74,55		80,8	59,1	+0,5
	сл 3-3											п	4,5	552	647	200	74,85		81,4	62,1	-4,3
10.05.07	Цикл 10	6	дистил	1800	600	300	300	300	300	-											
	сл 1-1		+5г КСl	1321	159	300	286	284	292	рад	2,4	244	327	200	57,02	68,95	787,9	3595	-183		
	сл 1-2		раствор		15,5 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	11 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	14 <sup>0</sup>	рад	2,5	244	329	200	56,25		829,8	3804	-78		
	сл 2-1											п	1,5	216	251	200	76,05		98,8	149	+8,8
	сл 3-1											п	2	266	310	200	75,75		83,6	73,4	+12
	сл 3-2											п	2,7	330	384	200	75,05		84,6	75,1	+16
	сл 3-3											п	4,5	556	656	200	74,85		82,7	68,6	+6,5
22.05.07	Цикл 11	7	дистил.	1800	600	300	300	300	300	-											
	сл 1-1		+5г селитры	раствор							рад	2,4	240	323	200	56,75	68,95	756	3436	-159	
	сл 1-2		дренаж	1371	195	302	294	290	290	рад	2,5	246	325	200	56,35		799,7	3656	-151		
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		15 <sup>0</sup>	15,5 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>	п	1,5	214	251	200	75,95		94,6	128	-21		
	сл 3-1		После полива сосуд закрывали плоской									п	2,2	280	325	200	75,85		79	50,2	-23,2
	сл 3-2											п	2,5	298	346	200	75,85		79,6	53,2	-21,9
	сл 3-3											п	4,5	578	677	200	75,65		77,9	44,9	-21,7
2.06.07	Цикл 12	6	дистил.	1800	600	300	300	300	300	-											
	сл 1-1		+5г сухой селитры							рад	2,5	248	325	200	57,55	68,95	757,8	3444	+8		
	сл 1-2		дренаж	1215	205	294	302	224	190	рад	2,2	224	289	200	57,95		711,6	3213	-443		
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		24,5 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	27 <sup>0</sup>	п	1,5	208	255	200	76,65		94,8	129,4	+1,4		
	сл 3-1		После полива сосуд закрыли плоской									п	2,0	252	305	200	76,65		81,3	61,8	+11,6
	сл 3-2											п	2,5	302	352	200	76,15		79,0	50,1	-3,2
	сл 3-3											п	4,5	580	617	200	76,15		77,4	42,2	-2,3
16.06.07	Цикл 13	9	дистил.	2000	600	350	350	350	350	-											
	сл 1-1		дренаж	1464	186	326	306	330	316	рад	2,4	236	311	200	57,65	68,95	751,7	3413	-31		
	сл 1-2		t <sup>0</sup> ком		26,5 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	рад	2,2	222	289	200	58,05		700,3	3157	-56		
	сл 2-1											п	1,5	208	237	200	76,45		93,5	122,8	-6,6
	сл 3-1											п	2,0	242	288	200	76,45		81,4	62,4	+0,6
	сл 3-2											п	2,5	290	336	200	76,15		77,9	44,9	-5,3
	сл 3-3											п	5,0	602	707	200	76,35		77,4	42,2	-0
26.06.07	Цикл 14	7	Вода из МК	2000	600	350	350	350	350	-											
	сл 1-1			1548	212	338	332	326	340	рад	2,4	236	313	200	57,15	68,95	728	3295	-118		
	сл 1-2		п.Колодезский		27,6 <sup>0</sup>	27,2 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	рад	2,2	222	293	200	57,95		687	3090	-67		
	сл 2-1		(7.06.07)							п	1,5	206	242	200	75,95		93,3	121,6	-1,2		
	сл 3-1											п	1,8	230	261	200	76,65		81,1	60,8	-1,6
	сл 3-2											п	2,2	284	326	200	76,25		77,7	43,85	+1,05
	сл 3-3											п	5,0	606	703	200	76,75		77,65	43,5	+1,3

продолжение таблицы 3.18-1																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7.07.07	Цикл 15	7	дистил.	2000	600	350	350	350	350	-									
	сл 1-1		+5 г селитры раствор							рад	2,3	234	303	200	58,65	68,95	705,2	3181	-114
	сл 1-2		дренаж	1516	240	326	314	324	312	рад	2,1	212	287	200	59,15		668,4	2997	-93
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		25 <sup>0</sup>	25,2 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	24,5 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	п	1,5	204	233	200	76,75		93,5	122,9	+1,3
	сл 3-1									п	1,6	223	349	200	76,05		81,35	62	+1,2
	сл 3-2									п	2,2	282	327	200	76,35		81,07	60,6	+16,8
	сл 3-3									п	5,0	618	713	200	76,95		80,75	59,0	+15,5
27.07.07	Цикл 16	8	дистил.	2200	600	400	400	400	400	-									
	сл 1-1		+5 г селитры раствор						рад	рад	2,2	217	283	200	56,55	68,95	671,6	3013	-168
	сл 1-2		дренаж	1724	240	390	368	380	386	рад	2,2	222	284	200	56,05		645,7	2884	-133
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		23 <sup>0</sup>	24 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	23,5 <sup>0</sup>	п	1,5	202	230	200	75,95		90,3	106,9	-114
	сл 3-1									п	1,5	210	236	200	75,75		82,6	68,1	+6,1
	сл 3-2									п	2,2	280	316	200	75,85		79,6	53,3	-7,3
	сл 3-3									п	5,0	618	713	200	76,25		80,26	56,6	-2,4

**ОПЫТ 18-2. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 17,5см слоя разнородного (3-х слойного) грунта при регулярных поливах дождеванием, с периодической заморозкой влажного грунта. (Три типа грунта, в т.ч. гранулированный цеолит  $d = 1,2 \div 2$ мм).**

*Исходные данные к опыту 18-2.*

Опыт вымыва цезия-137 из общего 17,5 см трех слойного, разнородного грунта, проводился при регулярных поливах дождеванием в комнатных условиях, в цилиндрическом сосуде диаметром 10 см с периодической заморозкой влажного грунта: зимой – на природе; в теплое время года – в холодильнике при температуре минус 8<sup>0</sup>С,.

Исследуемая проба грунта, общей массой 1932г, представлена в виде 3-х типов грунтов различных по радиоактивности и мехсоставу.

Тип I – грунт супесчаный, пылеватый, с растительными остатками, общей массой 650г, с первоначальной удельной активностью 11664 Бк/кг, отбирался из верхнего 10см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на.

Тип II – гранулированный цеолит, диаметром 1,2 ÷ 2мм, общей массой 150г, с первоначальной удельной активностью 124,7 Бк/кг, приготовленный в лабораторных условиях из цеолитосодержащего трепела, Хатынецкого месторождения, Орловской области.

Тип III – карьерный песок п. Кокино, общей массой 1132г, с первоначальной удельной активностью 35,9 Бк/кг, крупность песка  $\leq 1$ мм.

В качестве емкости для засыпки грунта и создания трехслойного профиля общей глубиной – 17,5см использовался аналогичный по габаритам цилиндрический сосуд примененному в опыте 18. Сосуд приготовлен из пластмассовой 2-х литровой бутылки диаметром 10см, высотой – 25см. Для сброса дренажной воды в стенке сосуда проколоты шилом 5-ть отверстий диаметром 2мм, на уровне 1,0 см от дна.

Полив проводился из лейки, водой комнатной температуры разного типа: дистиллированной, дождевой, снеговой и водой из «МК» (из магистрального канала на существующей осушительной системе).

Схема засыпки грунта в пластмассовый сосуд для осуществления полива, заморозки влажного грунта и сбора дренажной воды представлена на **рис. 3.18 (см. Часть III.3.10, опыт 18).**

*Цель опыта 18-2.*

Изучить влияние периодической заморозки влажного слоя грунта на:  
- вымыв радионуклидов цезия-137 при регулярных поливах;  
- способность цеолита задерживать вымытые радионуклиды из вышележащего слоя после их совместного промораживания.

### *Условия проведения опыта 18-2.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы грунта, общей массой 1932г в пластмассовый сосуд, увлажнение его и заморозка, извлечение грунта по слоям из сосуда для определения изменения его активности, проводились в определенной последовательности, после каждого промывного цикла, независимо от его продолжительности, от поливной нормы и типа воды, по методике выполнения опыта 18.

1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы грунта в пластмассовый сосуд приводились аналогично опыту 18.

- Грунт типа I, II, III засыпался в сосуд и изымался из него по слоям.

Верхний слой – грунт типа I (радиоактивный, супесчаный) засыпался в один разделительный целлофановый мешок, (с дном из стеклохолста), в виде двух подслоев 1-1, 1-2 массой по 325г каждый.

Средний слой – грунт типа II (гранулированный цеолит  $d = 1,2 \div 2$  мм), засыпался отдельно во второй целлофановый разделительный мешок, (с дном из стеклохолста), в виде одного слоя 2-1 массой 150г.

Нижний слой – грунт типа III (карьерный песок), засыпался в виде трех подслоев 3-1, 3-2, 3-3, соответственно с массой 350, 350, 432г, прямо в пластмассовый сосуд, без разделительного вспомогательного целлофанового мешка.

- Начиная с поливного цикла 4 между подслоями 1-1 и 1-2, 3-1 и 3-2, 3-2 и 3-3 укладывался разделительный стеклохолст в 1 слой, для более точного разделения подслоев при изъятии их из сосуда.

- Периодическое промораживание грунта слоем 17,5 см, проводилось с предварительным смачиванием засыпанной сухой исследуемой пробы. Смачивание проводилось в виде полива – 1, с увеличенной поливной нормой 600-900г, по схеме 3.18 (см. опыт 18).

- После сбора дренажной воды, влажный грунт в пластмассовом сосуде размещался в условиях с отрицательной температурой на 7-10 суток.

Зимой – сосуд с грунтом в вертикальном положении устанавливался в прямке верхнего почвенного слоя так, чтобы поверхность исследуемой пробы располагалась на уровне естественной поверхности земли.

Для предотвращения попадания мусора в сосуд, последний с поверхности закрывали сеткой с ячейками 0,5х0,5см.

В теплое время года – сосуд с грунтом в вертикальном положении размещали в морозильной камере холодильника с температурой минус 8°C:

2. Вымыв радионуклидов цезия - 137 из слоя разнородного грунта при поливе дождеванием, с периодическим замораживанием исследуемой пробы и сбор дренажной воды.

- Вымыв радионуклидов цезия - 137 из верхнего слоя супесчаного радиоактивного грунта проводился по поливным циклам аналогично опыту 18.

- Всего проведено – 12 поливных циклов, в т.ч. с замороженным грунтом – 4 цикла, (см. таблица 3.18-2.1, циклы 1, 2, 4, 7).

- Один поливной цикл состоит из 5-ти поливов дождеванием, с нормой 900÷250г с интервалом между ними, в основном 1 сутки, плюс период предварительной заморозки исследуемой пробы.
- Первый полив выдавался увеличенной нормой в пределах 600-900г, для осуществления и ускорения смачивания сухого измельченного грунта, в начале каждого поливного цикла.
- При промывке грунта, прошедшего период промораживания, первый полив осуществлялся перед заморозкой грунта. Промораживанию подвергался хорошо увлажненный грунт общим слоем 17,5см.
- Продолжительность периода заморозки назначалась произвольно (5÷18 суток).
- Промороженный грунт, перед началом полива, проходил период оттаивания равный – 1 суткам. После оттаивания проводились следующие четыре полива.
- Полив осуществлялся водой комнатной температуры.
- В течении поливного цикла ежедневно фиксировалась температура в комнатных условиях и объем поливной и дренажной воды.

3. Изъятие грунта из сосуда по слоям и определение его активности, после каждого поливного цикла проводились по правилам ведения опыта 18.

Основные условия проведения опыта и результаты изменения активности грунта для каждого слоя и подслоя по циклам полива, в зависимости от типа воды и поливной нормы, приведены в **таблице 3.18-2.1**.

*Выводы к опыту 18-2.*

1. Относительное снижение удельной активности грунта верхнего слоя в обоих опытах почти одинаковые:
  - в опыте 18 -2 с заморозкой – 77,6%;
  - в опыте 18 без заморозки – 77,2%.
2. В опыте с 18-2 снижение удельной активности достигается за счет меньшего количества поливной воды на вымыв 1Бк:
  - в опыте 18 -2 с заморозкой – 9г вод;
  - в опыте 18 без заморозки – 21,6г воды.
3. Адсорбция цезия - 137 в нижележащем слое цеолита больше в опыте 18 без заморозки:
  - в опыте 18 -2 задержалось – 21,8% радионуклидов цезия от вымытых из верхнего слоя;
  - в опыте 18 задержалось 26,3% радионуклидов цезия от вымытых из верхнего слоя (см. сравнительную таблицу 3.18-2).

Таблица 3.18-2. – Снижение удельной активности грунта верхнего слоя 1 и слоя 2 (цеолит) в результате промывки дождеванием с периодической заморозкой в опыте 18-2 и без заморозки в опыте 18.

Основные параметры по промывке радионуклидов цезия-137	Ед. измерения	Опыт 18-2, с заморозкой	Опыт 18-2, без заморозки	Опыт 18-2, без заморозки
1	2	3	4	5
1. Количество циклов промывки в опыте	шт	12	17	12
2. Удельная активность грунта верхнего слоя 1:				
- в начале опыта	Бк/кг	11664	4159	4159
- в конце опыта	Бк/кг	9047	2798	3211
- снижение	%	77,6	67,3	77,2
3. Снижение удельной активности грунта верхнего слоя 1:				
- всего	Бк/кг	2617	1370	947
- среднее за 1 цикл	Бк/кг	218,1	80,6	78,9
3. Снижение удельной активности грунта слоя 2 (цеолит):				
- всего	Бк/кг	571	358	249
- среднее за 1 цикл	Бк/кг	47,6	21,0	20,8
4. Адсорбция цезия – 137 в слое цеолита.	%	21,8	26,1	26,3
5. Поливная вода:				
-всего	г	23550	31050	20450
-средняя на 1 цикл	г	1963	1826	1704
-на вымыв 1 Бк	г	9	22,7	21,6

Таблица 3.18. – 2.1. Изменение активности разнородного 3-х слойного грунта глубиной 17,5 см по слоям вертикального профиля, при регулярных поливах дождеванием и периодическом замораживании влажного грунта по каждому поливному циклу. (В сосуде диаметром 10 см, 3 типа грунта: рад. супесчаный, цеолит, песок).

Дата определения активности.	№, № цикл полива, слой грунта	Продолжительность . цикла, сут	Вода для полива							Грунт				Активность сухой пробы Фон 70,2 Бк				
			Тип	Общая масса г	в т.ч. по поливам, г					тип	слой h, см	Масса		Навеска г	Масса н.гр. г	Актив-ность навески Бк	Удель-ная актив-ность. Бк	Из-мене-ние. + – Бк/кг
					1	2	3	4	5			сухой г	мокрый г					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
01.02.07	Начало										17,5							
	сл 1-1		См. рис.18							рад	3,0	325	-	200	53,85	2403	11664	-
	сл 1-2		Нет стеклохолста между подслоями							рад	3,0	325	-	200	53,85	2403	11664	-
	сл 2-1									ц	3,0	150	-	150	24,05	88,9	124,7	-
	сл 3-1									п	2,5	350	-	200	67,15	77,4	35,9	-
	сл 3-2									п	2,5	350	-	200	67,15	77,4	35,9	-
	сл 3-3									п	3,5	432	-	200	67,19	77,4	35,9	-
17.02.07	Цикл 1	5	дождев.	1900	900	250	250	250	250	-								
	сл 1-1	+7	На природе заморозка-7 сут.							рад	3,0	320	448	200	50,55	2350	11399	-265
	сл 1-2		дренаж	1219	320	205	208	236	250	рад	3,0	322	458	200	51,25	2348	11389	-275
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		17 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>	ц	3,0	144	278	100	22,25	84,5	142,6	+18,1
	сл 3-1									п	2,0	302	366	200	72,85	84	68,8	+32,9
	сл 3-2									п	3,0	404	484	200	71,95	80,8	53	+17,4
	сл 3-3									п	3,0	388	468	200	72,95	78,7	42,7	+6,8
07.03.07	Цикл 2	5	снеговая	1650	600	300	250	250	250	-								
	сл 1-1	+10	Заморозка в поле -10 сут.							рад	2,9	292	407	200	52,85	2318	11237	-162
	сл 1-2		дренаж	1100	142	310	246	190	212	рад	3,2	338	473	200	51,35	2328	11289	-100
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		20 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	ц	3,0	138	261	100	22,65	91,4	212	+69,4
	сл 3-1									п	3,2	380	486	200	73,95	84,2	74,6	+5,7
	сл 3-2									п	3,0	334	440	200	73,95	88,17	53,4	+0,4
	сл 3-3									п	3,2	382	440	200	74,45	78,7	45,5	+3,7
17.03.07	Цикл 3	5	снеговая	1600	600	250	250	250	250	-								
	сл 1-1	-	Без заморозки							рад	2,8	280	367	200	52,95	2294	11119	-118
	сл 1-2		дренаж	956	130	200	150	206	210	рад	3,1	328	421	200	52,85	2292	11111	-178
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		22 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	ц	2,5	138	255	100	22,35	95,2	250	+38
	сл 3-1									п	3	367	430	200	74,95	80,9	53,3	-21
	сл 3-2									п	2,7	320	372	200	75,45	81,3	55,6	+2,2
	сл 3-3									п	3,2	394	458	200	76,55	79,6	46,8	+1,3

продолжение таблицы 3.18-2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19						
4.04.07	Цикл 4	5	снеговая	1800	600	300	300	300	300	-														
	сл 1-1	+8	Заморозка в холодильнике – 8 сут.								рад	2,5	262	355	200	54,85	2194	10620	-499					
	сл 1-2		дренаж	1153	75	268	261	274	270	рад	3,1	326	451	200	53,55	2246	10879	-232						
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		24 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	ц	2,5	134	245	100	23,55	95,5	276,5	+26,5						
	сл 3-1		См. рис.18. Между всеми слоями и подслоями стеклохолст								п	3,0	352	404	200	74,75	79,5	46,4	-6,9					
	сл 3-2															п	2,6	316	364	200	74,95	79,7	43,4	-8,3
	сл 3-3															п	3,2	380	440	200	75,85	79,8	47,8	+1
17.04.07	Цикл 5	6	дождев.	2000	800	300	300	300	300	-														
	сл 1-1	-	Без заморозки								рад	2,4	250	339	200	54,15	2183	10560	-60					
	сл 1-2		дренаж	1326	190	204	288	280	284	рад	3,0	324	444	200	52,95	2246	10880	+1						
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		21 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	11 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	ц	2,5	132	257	100	23,25	101,8	316	+39,5						
	сл 3-1		См. рис.18								п	3	341	396	200	75,45	79,6	46,9	+0,5					
	сл 3-2		Стеклохолст в 2 слоя с 4 цикла								п	2,5	305	350	200	75,75	79,6	46,8	-0,6					
	сл 3-3		между сл 2-1 и слоем 3-1								п	3,2	382	455	200	76,05	79,9	48,6	+0,8					
26.04.07	Цикл 6	5	дистил.	2000	800	300	300	300	300	-														
	сл 1-1	-	Без заморозки								рад	2,1	226	303	200	56,35	2143	10364	-196					
	сл 1-2		дренаж	1572	362	262	302	368	278	рад	3,0	312	423	200	54,75	2223	10780	-120						
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		15 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	11 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	ц	2,5	126	239	100	23,85	103,3	331	+15						
	сл 3-1										п	2,7	330	385	200	75,15	77,04	34,2	-12,7					
	сл 3-2										п	2,5	296	342	200	75,45	80,1	49,3	+2,5					
	сл 3-3										п	3,2	398	472	200	75,25	79,96	48,8	+0,2					
24.05.07	Цикл 7	6	дистил.	2200	800	350	350	350	350	-														
	сл 1-1	+18	Заморозка в холодильнике – 18 сут								рад	2	208	279	200	59,55	2033	9814	-550					
	сл 1-2		дренаж	1553	216	345	402	280	340	рад	3,1	332	438	200	58,25	2145	10374	-386						
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		15 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>	19,5 <sup>0</sup>	ц	2,5	120	266	100	28,85	108,1	387,7	+47,7						
	сл 3-1										п	2,5	306	370	200	74,65	75,6	27,2	-7					
	сл 3-2										п	2,5	300	344	200	73,85	77,07	34,3	-15					
	сл 3-3										п	3,5	402	466	200	74,85	77,4	34,7	-14,1					
6.06.07	Цикл 8	7	дистил.	2200	800	350	350	350	350	-														
	сл 1-1	-	Без заморозки								рад	2,3	244	320	200	59,75	1965	9479	-376					
	сл 1-2		дренаж	1580	332	340	284	340	284	рад	2,7	284	376	200	59,25	2118	10237	-137						
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		25,5 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	26,5 <sup>0</sup>	27 <sup>0</sup>	28 <sup>0</sup>	ц	2,5	138	372	100	24,85	119,1	489	+111,3						
	сл 3-1										п	2,5	306	370	200	75,65	77,5	36,8	+9,6					
	сл 3-2										п	2,3	286	330	200	74,75	76,5	31,5	-2,8					
	сл 3-3										п	3,5	420	490	200	74,85	76,8	33,1	-1,6					
18.06.07	Цикл 9	8	дистил	2200	800	350	350	350	350	-														
	сл 1-1	-	Без заморозки								рад	2,1	226	299	200	50,65	1938	9339	-135					
	сл 1-2		дренаж	1282	266	302	330	312	312	рад	2,6	280	340	200	59,45	2125	10274	+37						

продолжение таблицы 3.18-2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		25,5 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	ц	2,5	130	235	100	24,55	121	508	+19
	сл 3-1									п	2,5	296	357	200	75,95	78,7	42,5	+5,5
	сл 3-2									п	2,0	236	369	200	75,85	78,7	42,5	+11
	сл 3-3				п	3,6	444	540	200	74,85	76	28,8	-4,3	сл 3-3				п
28.06.07	Цикл 10	7	Вода из МК	2000	600	350	350	350	350	-								
	сл 1-1	-								рад	2,0	216	286	200	60,05	1939	9344	+3
	сл 1-2		дренаж	1406	130	330	312	314	320	рад	2,6	284	372	200	59,25	2045	9876	-398
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		27,5 <sup>0</sup>	27,2 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	ц	2,5	132	252	100	25,05	123,2	530	+22
	сл 3-1									п	2,5	286	334	200	74,05	78,3	40,7	-1,8
	сл 3-2									п	2,1	234	270	200	74,35	78,2	39,7	-2,8
	сл 3-3									п	4,0	472	548	200	74,35	76,4	31,1	+2,3
11.07.07	Цикл 11	7	Вода из МК	2000	600	350	350	350	350	-								
	сл 1-1	-								рад	2,0	218	288	200	59,95	1850	8899	-445
	сл 1-2		дренаж	1356	170	336	322	324	306	рад	2,5	274	324	200	58,95	2005	9674	-196
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		25 <sup>0</sup>	24,5 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	ц	2,5	130	262	100	25,85	128	578	+48
	сл 3-1									п	2,5	284	334	200	74,15	79,3	45,5	+4,8
	сл 3-2									п	2	228	264	200	74,05	77,6	37,1	-2,6
	сл 3-3									п	3,5	464	538	200	74,65	78,9	43,5	+12,4
11.08.07	Цикл 12	12	Вода из МК	2000	600	350	350	350	350	-								
	сл 1-1									рад	2,1	221	294	200	60,45	1801	8659	-240
	сл 1-2		дренаж	1420	200	300	308	302	310	рад	2,6	279	362	200	59,25	1957	9434	-240
	сл 2-1		t <sup>0</sup> ком		25 <sup>0</sup>	23,5 <sup>0</sup>	24 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	ц	2,5	137	242	100	26,45	139,0	696	+118
	сл 3-1									п	2,5	281	322	200	73,55	80,42	51,1	+5,6
	сл 3-2									п	2	233	262	200	73,15	80,74	52,7	+15,6
	сл 3-3									п	3,5	462	526	200	74,95	77,4	36	-7,5

## **ОПЫТ 22. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 19,5см слоя однородного грунта при регулярных поливах дождеванием, с периодической заморозкой влажного грунта.**

*Исходные данные к опыту 22.*

Опыт вымыва цезия-137 из общего 19,5 см слоя однородного грунта, проводился при регулярных поливах дождеванием в комнатных условиях, в цилиндрическом сосуде диаметром 10 см с периодической заморозкой влажного грунта: зимой – на природе (в полевых условиях); в теплое время года – в холодильнике при температуре минус 8<sup>0</sup>С.

Исследуемая проба грунта, общей массой – 1956г, представлена однородным радиоактивным грунтом.

Грунт супесчаный, пылеватый, темно-серого цвета, с растительными остатками, плохо смачиваемый, с первоначальной средней удельной активностью 11410 Бк/кг, отбирался из верхнего 10см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на.

В качестве емкости, для засыпки грунта и создания однослойного профиля глубиной 19,5см, использовался цилиндрический сосуд высотой 27,5см, приготовленный из пластмассовой 2,5 – литровой бутылки, диаметром 10 см.

Для оттока и сброса дренажной воды в дне сосуда проколоты шилом 11-ть отверстий диаметром 2мм каждое.

Полив проводился из лейки, водой комнатной температуры разного типа: дистиллированной, дождевой, снеговой.

Схема засыпки грунта в пластмассовый сосуд для осуществления полива и сбора дренажной воды представлена на **рис. 3.22**.

*Цель опыта 22.*

- Изучить вымыв радионуклидов цезия -137 из 19,5см слоя однородного радиоактивного грунта при регулярных поливах дождеванием с периодической заморозкой влажного грунта.

- Изучить влияние периодической заморозки влажного грунта на ослабление адсорбирующей способности его частиц по отношению к радионуклидам цезия – 137.

*Условия проведения опыта 22.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы грунта, общей массой 1956г в пластмассовый сосуд, полив, заморозка, извлечение грунта из сосуда для определения изменения его активности, проводились в определенной последовательности, после каждого промывного цикла, независимо от его продолжительности, от типа воды и поливной нормы, по методике выполнения опытов 18; 18-2.

**1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы грунта в пластмассовый сосуд.**

- Подготовленный однородный грунт общей массой 1956г засыпался в пластмассовый цилиндрический сосуд и изымался из него в виде 6-ти слоев,

разделенных между собой пластмассовой сеткой с ячейками 2х2мм, по схеме представленной на рис. 3.22.

- Перед засыпкой подготовленного грунта (сухого, измельченного) в сосуд, дренажные отверстия прикрывались увлажненной фильтровальной бумагой и на дно сосуда укладывался дополнительный поддон из плотной пластмассы.

- Поддон, снабженный прочными тесемками из капронового шпагата, служил для подъема и изъятия грунта из сосуда в конце каждого поливного цикла.

- Периодическое промораживание грунта слоем 19,6 см, перед началом поливного цикла, проводилось аналогично опыту 18-2, с предварительным смачиванием засыпанной сухой исследуемой пробы. Смачивание проводилось в виде полива – 1, с увеличенной поливной нормой 500-1000г, по схеме представленной на рис. 3.22.

- После сбора дренажной воды, влажный грунт, в пластмассовом сосуде, размещался в условиях с отрицательной температурой на 10÷55 суток (см. опыт 18-2).

2. Вымыв радионуклидов цезия-137 из слоя однородного радиоактивного грунта, при поливе дождеванием, с периодической заморозкой исследуемой пробы и сбор дренажной воды, проводились аналогично опыту 18.

- Всего проведено – 12 поливных циклов, в т.ч. с промороженным грунтом – 5 циклов, (см. таблица 3.22, циклы 1, 2, 3, 6, 11).

- Первый полив выдавался увеличенной нормой 500-1000г, для осуществления и ускорения смачивания сухого измельченного грунта в начале каждого полива. Для осуществления полного промачивания грунта слоем 19,5см, первый полив проводился частями, для каждого слоя отдельно по 150г.

В поливных циклах 8, 9, 10 засыпка грунта перед смачиванием, только верхних слоев грунта 1, 2, 3, 4, проводилась с предварительным подогревом их на разогретом электрокалорифере в течении 0,5 часа.

Полив каждого слоя проводился отдельно сразу после подогрева.

При раздельном смачивании подогретых слоев грунта, в конце поливного цикла в слое грунта 19,5 см отсутствовали сухие прослойки грунта.

Полив осуществлялся водой комнатной температуры.

В течении поливного цикла ежедневно фиксировалась температура в комнатных условиях и объем поливной и дренажной воды.

- Погодные условия (температура, осадки) за период проведения опыта охарактеризованы по данным метеостанции Брянской ГСХА, расположенной в 200м от места расположения сосуда с грунтом при периодических заморозках.

3. Изъятие грунта из сосуда по слоям и определение его активности, после каждого поливного цикла проводились аналогично опыту 18.

- В конце поливного цикла влажный грунт извлекался из сосуда в виде 6 отдельных слоев.

Слой грунта – 19,6см постепенно выдвигался из сосуда с помощью подвижного поддона (поддон снабженный капроновым шпагатом).

Слои влажного грунта, выдвинутые на поверхность сосуда, легко отделились друг от друга по границе уложенной разделительной пластмассовой сетки.

- Подготовленный грунт каждого слоя (высушенный, измельченный, охлажденный) перед определением активности на радиометре РУБ-01Пб, подвергался взвешиванию и определялась средняя масса насыпного измельченного грунта в 50мл емкости на весах с точностью до 0,01г.

Основные условия проведения опыта и результаты изменения активности грунта для каждого слоя, по поливным циклам, в зависимости от типа воды и поливной нормы, приведены в **таблице 3.22.1.**

Количество поливной воды затраченной на вымыв 1 Бк по результатам опыта 22 приведены в **таблице 3.22**

*Выводы к опыту 22.*

2. Вымыв радионуклидов из 19,5 см слоя однородного, пылеватого, супесчаного грунта при поливе дождеванием и при периодической заморозке, зависит прежде всего от глубины хорошего первоначального смачивания слоя грунта.

3. Грунт следует смачивать (проводить первый полив частями) за 1-2 суток до начала устойчивых заморозков.



**Рис. 3.22** Схема первоначальной засыпки грунта в сосуд для вымыва радионуклидов цезия-137 периодическими промывными поливами

Таблица 3.22 – Снижение удельной активности (плохо смачиваемого пылеватого) супесчаного грунта, при поливах дождеванием и периодической заморозкой влажного грунта глубиной 19,5 см.

Дата определения активности.	№ поливного цикла.	Продолжительность цикла. сут	Средняя удельная активность слоя. Бк/кг	Изменение. + – Бк/кг	Поливная вода		Примечание
					На цикл. г	На 1Бк г	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.11.06	Начало	-	11410	-	-	-	
9.01.07	Цикл 1	55 на природе	11330	-80	500	6,25	Мороз – 1 <sup>0</sup> в течении 9 суток
17.02.07	Цикл 2	5+30 на природе	10929	-404	1800	4,45	Мороз –(1 <sup>0</sup> ÷18 <sup>0</sup> ) в течении 20 суток
9.03.07	Цикл 3	5+11 на природе	10823	-103	1550	15,0	Замораживание под снегом. Мороз –(4 <sup>0</sup> ÷24 <sup>0</sup> ) в течении 11 суток. С нижних слоев нет вымыва, они не заморожены.
21.03.07	Цикл 4	5	10559	-264	2000	7,5	Без заморозки. Грунт хорошо смочен, при поливе 1 (грунт в подпоре 10 часов на уровне 2-х нижних слоев).
31.03.07	Цикл 5	5	10459	-100	2000	20,0	Без заморозки. В конце цикла 5 почти все слои грунта были сухие, поэтому затраты воды на вымыв 1 Бк больше.
19.04.07	Цикл 6	5+10 в холодильнике	10442	-19	2000	105,0	Заморозка в холодильнике 10 сут при t=-(7 <sup>0</sup> ÷ 8 <sup>0</sup> ) В конце цикла 6-ть грунт слоя 1-был сухой в середине. Нет вымыва, заморозка сухого грунта без смысла.
8.05.07	Цикл 7	6	10371	-71	2150	30,3	Без заморозки. В конце цикла 7 все слои грунта с сухими прослойками. Вымыв маленький с большими затратами воды на вымыв 1 Бк.
21.05.07	Цикл 8	7	9970	-401	2608	6,4	Полив 1 по слоям. Слои 1; 2; 3; 4 подогревались на эл-калорифере перед поливом 1. Грунт хорошо смочен, при поливе 1 (грунт в подпоре 10 часов на уровне 2-х нижних слоев) .
1.06.07	Цикл 9	6	9636	334	2600	7,78	Примечание те же что к циклу 8. Хорошее смачивание грунта в жаркую погоду увеличивает вымыв при небольших затратах поливной воды на 1 Бк
16.06.07	Цикл 10	7	95307	106	2800	26,4	Смачивание подогретых слоев грунта проводилось без создания 10 часового подпора. Грунт плохо промок и поэтому вымыв проходил при больших затратах поливной воды на 1 Бк.
17.07.04	Цикл 11	7+12 в холодильнике	9267	263	3000	11,4	Перед заморозкой политый грунт 2-е суток во влажном состоянии находился в комнатных условиях. Грунт перед заморозкой лучше увлажнять заранее.
9.08.07	Цикл 12	14	8948	319	2600	8,15	Поливы с промежутками 2-3 суток и полив с настоем коровяка 1:4 дают хороший вымыв при небольших затратах воды на 1 Бк.

Таблица 3.22.1 – Изменение активности однородного грунта по слоям вертикального профиля глубиной 19,5 см, при регулярных поливах дождеванием и периодической заморозкой влажного грунта в пластмассовом сосуде диаметром 10 см, по циклам полива.

Дата определение активности.	№, № цикл полива, слой грунта.	Продолжительность цикла, сут	Вода для полива и особенности промывки в каждом цикле							Грунт				Активность сухого грунта. Фон 71,0 Бк					
			Тип, поливная дренажная.	Общая масса, г	в т.ч. по поливам, г					тип	слой h, см	Масса		Навеска г	Масса н.гр. г	Активность навески Бк	Удельная активность. Бк	Изменение. + - Бк/кг	
					1	2	3	4	5			сухой г	мокрый г						
01.11.06	Начало										рад	19,5							
	сл 1										рад	3,0	300	-	300	49,95	3455	11258	-
	сл 2										рад	3,0	300	-	300	49,95	3472	11337	-
	сл 3										рад	3,0	300	-	300	50,15	3504	11442	-
	сл 4										рад	3,0	300	-	300	50,55	3915	11483	-
	сл 5										рад	3,0	300	-	300	51,55	3527	11521	-
	сл 6										рад	4,5	456	-	300	51,25	3498	11423	-
9.01.07	Цикл 1	-	дождев	500	500	-	-	-	-										
	сл 1	55	Заморозка в поле с 4.11.06 ÷ 22.12.06г							рад	2,9	287	380	200	52,35	2311	11197	-88	
	сл 2		дренаж	60	60	-	-	-	-	рад	3,0	304	393	200	52,45	2348	11384	+47	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком	19 <sup>0</sup>	19 <sup>0</sup>					рад	2,9	291	381	200	52,45	2307	11177	-265	
	сл 4		t <sup>0</sup> у	(9 сут - 1 <sup>0</sup> ; 46 сут (+2 <sup>0</sup> ÷ +8 <sup>0</sup> ))					рад	2,9	294	393	200	52,75	2348	11387	-96		
	сл 5									рад	3,0	296	393	200	51,25	2362	11453	-68	
	сл 6									рад	4,3	354	460	200	52,35	2347	11384	-39	
17.02.07	Цикл 2	5+	дождев.	1800	800	250	250	250	250										
	сл 1	30	Заморозка в поле с 10.01.07 ÷ 9.02.07г							рад	2,9	284	-	200	49,85	2251	10900	-297	
	сл 2		дренаж	1283	360	180	220	240	243	рад	2,9	286	-	200	49,15	2261	10952	-432	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком		17 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	рад	2,8	276	-	200	49,75	2239	10840	-337	
	сл 4		t <sup>0</sup> у	10 сут (+2 <sup>0</sup> ÷ 7 <sup>0</sup> ); 20 сут (-1 <sup>0</sup> ÷ -18 <sup>0</sup> )					рад	2,9	290	-	200	49,15	2273	11010	-337		
	сл 5									рад	2,8	278	-	200	49,55	2243	10865	-588	
	сл 6									рад	4,5	430	-	200	48,85	2268	10986	-398	
19.03.07	Цикл 3	5+	снегов.	1550	500	300	250	250	250										
	сл 1	11	Заморозка в поле с 19.02.07 ÷ 1.03.07г							рад	2,8	276	338	200	54,02	2220	10704	-196	
	сл 2		дренаж	930	240	262	182	156	152	рад	3,2	322	444	200	53,25	2224	10764	-188	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком		18 <sup>0</sup>	19,5 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	рад	2,3	228	292	200	53,05	2214	10714	-126	
	сл 4		t <sup>0</sup> у	11 сут	(-4 <sup>0</sup> ÷ -24 <sup>0</sup> )				200	рад	2,5	250	326	200	52,25	2268	10983	-27	
	сл 5							200	рад	3,6	359	434	200	53,25	2245	10871	+6		
	сл 6							200	рад	4,0	398	552	200	53,95	2252	10900	-86		

продолжение таблицы 3.22.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
21.03.07	Цикл 4	5	снегов.	2000	800	300	300	300	300										
	сл 1	-	Без заморозки								рад	2,7	268	351	200	52,75	2136	10375	-329
	сл 2		дренаж	1186	120	288	268	238	272	рад	3,2	314	433	200	сл 2		дренаж	1186	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком		23 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	21,5 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	рад	2,4	232	315	200	52,75	2186	10522	-192	
	сл 4		Полив 1-грунт в подпоре – 10 час								рад	2,5	250	336	200	52,45	2216	10728	-255
	сл 5									рад	3,4	340	462	200	53,05	2175	10523	-348	
	сл 6									рад	4,4	432	588	200	52,05	2200	10647	-253	
31.03.07	Цикл 5	5	снегов.	2000	800	300	300	300	300										
	сл 1	-	Без заморозки								рад	2,4	242	324	200	55,45	2127	10281	-94
	сл 2		дренаж	994	-	404	180	184	226	рад	3,2	316	408	200	53,05	2180	10545	-15	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком		25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	24,5 <sup>0</sup>	рад	2,3	226	308	200	55,45	2177	10530	+8	
	сл 4		Грунт сухой, но не рассыпался								рад	2,5	248	334	200	54,95	2186	10590	-138
	сл 5									рад	3,2	318	420	200	55,15	2158	10435	-88	
	сл 6									рад	4,2	410	554	200	54,85	2146	10375	-272	
19.04.07	Цикл 6	5	снегов.	2000	800	300	300	300	300										
	сл 1	+10	Заморозка в холодильнике t <sup>0</sup> = (-7-8 <sup>0</sup> )								рад	2,5	244	320	200	56,15	2128	10285	+4
	сл 2		дренаж	1296	210	273	270	246	298	рад	2,9	287	390	200	54,55	2230	10793	+248	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком		16 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	рад	2,4	234	316	200	56,05	2161	10449	-81	
	сл 4		Сл. 1- сухой в середине								рад	2,7	267	360	200	55,55	2163	10460	+130
	сл 5									рад	3,1	302	402	200	56,25	2136	10325	-110	
	сл 6									рад	4,2	414	570	200	56,25	2139	10337	-38	
8.05.07	Цикл 7	6	дистил.	2150	800	300	350	350	350										
	сл 1	-	Без заморозки								рад	2,3	222	292	200	56,95	2122	10255	-30
	сл 2		дренаж	1520	320	236	298	326	340	рад	2,9	285	390	200	56,55	2232	10805	+12	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком		15,5 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	11 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>	14 <sup>0</sup>	рад	2,3	226	298	200	57,05	2161	10450	+1	
	сл 4		Во всех слоях сухие прослойки								рад	2,8	272	352	200	56,95	2171	10500	+40
	сл 5									рад	2,7	270	358	200	57,35	2075	10020	-305	
	сл 6									рад	2,8	276	366	200	57,15	2110	10195	-142	
21.05.07	Цикл 8	7	дистил	2600	1000	400	400	400	400										
	сл 1	-	Без заморозки								рад	2,2	220	304	200	56,45	2110	10195	-60
	сл 2		дренаж	1974	400	382	386	404	402	рад	2,5	248	332	200	56,75	2181	10550	-255	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком		15 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>	рад	2,6	258	338	200	57,65	2013	9711	-734	
	сл 4		Сл. 1, 2, 3, 4 – подогревали перед поливом.								рад	2,6	254	330	200	58,95	2022	9758	-742
	сл 5		Полив 1 – грунт в подпоре – 10 час								рад	2,7	268	350	200	58,55	2032	9803	-251
	сл 6									рад	4,9	486	650	200	58,35	2032	9803	-392	
1.06.07	Цикл 9	6	дистил	2600	1000	400	400	400	400										
	сл 1	-	Без заморозки								рад	2,1	206	292	200	55,75	2112	10205	+10
	сл 2		дренаж	1884	430	292	374	380	408	рад	2,5	244	332	200	57,95	2062	9953	-597	

продолжение таблицы 3.22.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком		25 <sup>0</sup>	24 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	рад	2,3	232	308	200	58,95	1942	9354	-357	
	сл 4		Сл. 1,2,3,4 – подогревали перед поливом								рад	2,7	270	358	200	59,25	1940	9345	-413
	сл 5		Полив 1 – грунт в подпоре 10 часов								рад	2,4	242	318	200	59,25	1958	9438	-365
	сл 6									рад	5,0	492	сл 6						
16.06.07	Цикл 10	7	дистил.	2800	1000	600	400	400	400										
	сл 1	-	Без заморозки								рад	2,0	194	270	200	54,85	2108	10183	-22
	сл 2		дренаж	1706	210	430	364	378	324	рад	2,3	232	320	200	57,75	2054	9915	-38	
	сл 3		t <sup>0</sup> ком		26 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>	рад	2,3	224	304	200	58,35	1922	9255	-99	
	сл 4		Сл. 1, 2, 3, 4 – подогревали перед поливом								рад	2,7	270	364	200	58,25	1938	9335	-100
	сл 5									рад	2,3	232	308	200	59,25	1932	9305	-133	
	сл 6									рад	5,1	504	680	200	59,25	1928	9285	-240	
14.07.07	Цикл 11	7	дистил.	3000	1000	500	500	500	500										
	сл 1	+2	замочка							рад	2,0	194	272	200	53,95	2142	10350	+171	
	сл 2	+12	Заморозка в холодильнике t <sup>0</sup> = (-7 <sup>0</sup> ; -8 <sup>0</sup> ) – 12 сут								рад	2,1	207	276	200	57,55	1884	9065	-858
	сл 3		дренаж	2486	508	480	516	494	488	рад	2,3	222	290	200	59,05	1871	8975	-280	
	сл 4		t <sup>0</sup> ком		27,5 <sup>0</sup>	25,5 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	рад	2,7	266	348	200	57,85	1835	9120	-285	
	сл 5									рад	2,2	218	284	200	59,35	1880	9043	-262	
	сл 6									рад	5,1	504	658	200	58,85	1881	9050	-235	
9.08.07	Цикл 12	14	Дистил + ¼ настой коровяка	2600	1000	400	400	400	400										
	сл 1		дренаж	1802	410	360	342	326	364	рад	1,8	182		200	52,75	2070	9997	-353	
	сл 2		t <sup>0</sup> ком		24 <sup>0</sup>	24 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	24 <sup>0</sup>	22,5 <sup>0</sup>	рад	2,9	290		200	57,75	1843	8861	-204	
	сл 3									рад	2,0	191		200	58,75	1779	8538	-437	
	сл 4									рад	3,0	299		200	58,65	1823	8760	-360	
	сл 5									рад	1,9	191		200	58,85	1822	8755	-288	
	сл 6									рад	5	500		200	58,75	1822	8779	-271	

Средняя удельная активность слоя 10,5 см снизилась на 2463 Бк/кг

Удельная активность слоя 1 снизилась на 1261 Бк/кг

Удельная активность слоя 3 снизилась на 2904 Бк/кг

Удельная активность слоя 4 снизилась на 2723 Бк/кг

Удельная активность слоя 5 снизилась на 2766 Бк/кг

Удельная активность слоя 3 снизилась на 2644 Бк/кг

**ОПЫТ 23п. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 20,5см слоя однородного грунта в поле при естественных условиях увлажнения и периодических заморозках по сезонам года.**

*Исходные данные к опыту 23п.*

Опыт вымыва цезия-137 из 20,5 см слоя однородного грунта, засыпанного в цилиндрический сосуд диаметром 10см и размещенного в полевых условиях нерадиоактивной зоны (на землях п. Кокино, Выгоничского р-на), проводился при естественных условиях увлажнения и периодических заморозках по сезонам года.

Исследуемая проба грунта, общей массой 2093г, такая же, как в опыте 22 и представлена грунтом одного типа, однородного по мехсоставу и радиоактивности.

Грунт супесчаный, пылеватый, темно-серого цвета с растительными остатками, плохо смачиваемый, с первоначальной средней удельной активностью 11932 Бк/кг, отбирался из верхнего 10см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на.

В качестве емкости, для засыпки грунта и создания однослойного профиля глубиной 20,5см, использовался цилиндрический сосуд, высотой 27,5см, приготовленный из пластмассовой 2,5 – литровой бутылки, диаметром 10 см.

Для оттока и сброса дренажной воды в дне сосуда проколоты шилом 11-ть отверстий диаметром 2мм.

Исследуемая проба грунта в настоящем опыте не подвергалась регулярному, искусственному орошению, в течении всего периода пребывания его на природе в полевых условиях.

Схема первоначальной засыпки грунта в пластмассовый сосуд и сбора дренажной воды такая же, как в опыте 22 и представлена на **рис. 3.22.** (См. **Часть III.3.10, опыт 22).**

*Цель опыта 23п.*

- Изучить изменение активности грунта по слоям вертикального профиля глубиной 20,5см, в течении длительного пребывания его на природе, в полевых условиях без искусственного регулярного орошения.

*Условия проведения опыта 23п.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы грунта, общей массой 2093г, в пластмассовый сосуд, размещение сосуда, с предварительно замоченным грунтом, в полевых условиях, наблюдение за погодными условиями, изъятие грунта из сосуда по слоям для определения изменения его активности, проводились в определенной последовательности, после каждого периода пребывания его на природе.

1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы грунта в пластмассовый сосуд проводилась аналогично опыту 22.

- Подготовленный однородный грунт общей массой 2093г засыпался в пластмассовый цилиндрический сосуд и изымался из него в виде 6-ти слоев, разделенных между собой пластмассовой сеткой с ячейками 2x2мм, по схеме представленной на рис. 3.22. (см. опыт 22).

## 2. Размещение сосуда с грунтом в полевых условиях.

- Засыпанный в пластмассовый сосуд грунт подвергался смачиванию перед выносом его в полевые условия.

- Смачивание засыпанной сухой исследуемой пробы проводилось в виде полива 1 дистиллированной или дождевой водой, нормой 500-850г, по схеме представленной на рис. 3.22 (см. опыт 22).

- Вода для смачивания подавалась на поверхность засыпанного грунта в цилиндрический сосуд в виде дождя из лейки.

- После сбора дренажной воды, сосуд с влажным грунтом размещался в полевых условиях, в нерадиоактивной зоне, на землях с удельной активностью 240 Бк/кг.

Для предотвращения попадания мусора в сосуд, последний с поверхности прикрывался капроновой сеткой с ячейками 0,5 x 0,5см.

- Сосуд с грунтом в вертикальном положении закапывался в землю так, чтобы поверхность исследуемой пробы располагалась на уровне естественной поверхности земли.

- В течении очередного периода пребывания грунта в полевых условиях, поверхность его остается открытой для дождей, снега, морозам, ветру и теплу.

- Общая продолжительность пребывания исследуемой пробы на природе в полевых условиях 2 года.

- Погодные условия, температура, осадки приведены по данным наблюдения метеостанции Брянской ГСХА, расположенной в 200м от места размещения сосуда с исследуемой пробой.

3. Изъятие грунта из сосуда по слоям и определение его активности, в конце периода пребывания исследуемой пробы на природе в полевых условиях, проводились аналогично опыту 22.

- Грунт изымался из сосуда 4 раза, после очередного периода пребывания на природе:

Период 1 – осенне – весенний – 190 суток, с 4.11.06г до 13.05.07г.

Период 2 – весенне – осенний – 169 суток, с 19.05.07г до 4.11.07г.

Период 3 – осенне – весенний – 176 суток, с 26.11.07г до 10.05.08г.

Период 4 – весенне – осенний – 182 суток, с 29.05.08г до 14.11.08г.

Основные условия проведения опыта и результаты изменения активности грунта для каждого слоя, по периодам пребывания его на природе, приведены в таблицах 3.23п и 3.23п.1.

### *Выводы к опыту 23п.*

1. Удельная активность, супесчаной почвы в 20 см слое исследуемой пробы, изменялась под влиянием природных факторов в сторону уменьшения не равномерно по периодам наблюдения, в зависимости от создавшихся конкретных естественных условий (см. таблицы 3.23п и 3.32п.1).

2. Исследуемая проба почвы слоем 20 см не подвергалась рыхлению в течение каждого периода наблюдений продолжительностью около 7 месяцев.

3. В осенне – зимние периоды наблюдений (1-й и 3-й) снижение удельной активности значительно выше, чем в летние - осенние (2-й и 4-й).

4. Сравнивая между собой естественные погодные условия, создавшиеся в осенне – зимние периоды наблюдений 1 и 3, видим, что вымыв радионуклидов в период 1 в 4 раза выше, чем в периоде 3, несмотря на то, что общая сумма осадков и сумма осадков более 5 мм в периоде 1 меньше.

В периоде 1 была теплая и снежная зима, средняя глубина снежного покрова в зимние месяцы – 34,1 см, в первой декаде марта – 15см, глубина промерзания почвы 0,2÷5,5 см.

В периоде 2, была более холодная зима, средняя глубина снега в зимние месяцы 8,8÷16,0÷0 см, глубина промерзания почвы 35÷57 см. В марте снег отсутствовал на полях, а глубина промерзшей почвы еще составляла 56,2 см.

5. Снего-задерживающие мероприятия на полях в зимние месяцы способствуют снижению глубины промерзания почвы и повышению вымыва радионуклидов цезия-137 талыми водами из верхнего почвенного слоя в низ по вертикальному профилю.

6. Сравнивая между собой естественные погодные условия, создавшиеся в летне-осенние периоды наблюдений 2 и 4, видим, что наибольший вымыв радионуклидов в периоде 2 обусловлен наибольшим количеством осадков – более 5мм, выпавших в этот период.

В периоде 2 выпало 23 дождя с нормой более 5мм/сут, общее количество осадков составило 284,7мм со средне-суточной нормой 12,3 мм.

Третьего августа 2007г был ливень- 61мм/сут, что превысило средне-суточную норму этого периода в 5 раз.

В периоде 4 выпало всего 15 дождей с нормой более 5мм/сут, общее количество осадков составило 167,6 мм со средне-суточной нормой 11,2 мм.

7. Исследуемая проба почвы в 4-м летне-осеннем периоде находилась под прикрытием густой заросли лебеды высотой до 1,5м.

Растительный покров высотой 1,5м задерживал на своей поверхности осадки, поэтому выпавшие дожди не выполняли роль промывочных поливов в этот период.

Таблица 3.23п – Погодные условия по данным метеостанции БГСХА п.Кокино по периодом наблюдения за изменением радиоактивности в 20 см слое грунта в пластмассовом сосуде d=10 см

Год и месяц	Продол- жит.  сут	Температура, в С <sup>0</sup>				Осадки						Снежный покров				Средняя удельная активность			
		Сред. воздух	Макс. воздух	Мин. воздух	Мин. поверх. почвы	Сумма  мм	до 5 мм			более 5 мм			Сред. глуб.  см	Толщ. лед. корки  см	Толщ. промер- зания  см	К-во отте- пелей	Толщ грун- та  см	Удель- ная актив- ность Бк/кг	Сниже- ну- дельн. актив.  Бк/кг
							к-во	сумма	суточ. макс.	к-во	сумма	суточ макс							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Период 1 (4. 11.06г до 13.05.07г)																			
2006г	190	<b>+2,87</b>	<b>+6,02</b>	<b>-2,20</b>	<b>-3,3</b>	264,9	113	116,6	<b>1,03</b>	17	148,3	<b>8,72</b>					20,5	11932	-
ноябрь	26	+1,03	+4,87	-2,33	-2,03	32,5	17	18,9	3,5	2	13,6	8,6	-	-	-	-			
декабрь	31	+0,94	+4,53	-4,13	-3,60	20,0	19	20,0	2,4	-	-	-	-	-	-	-			
2007г																			
январь	31	-0,5	+3,63	-4,93	-7,47	58,9	25	21,9	3,5	3	37	17,0	23,3	-	0,7-2	-			
февраль	28	-5,16	-2,43	-16,16	-21,9	57,6	14	13,1	4,6	5	44,5	10,4	31,4	-	4,77	-			
март	31	+4,87	+9,10	+3,06	11,40	30,0	9	17,0	4,7	1	13,0	13,0	15÷0	-	5,5-0	4			
апрель	30	+6,43	+11,20	+2,60	+2,87	25,2	13	13,1	4,0	2	12,1	6,1	-	-	-	-			
май	13	+12,50	+11,3	+6,50	+7,60	40,6	8	12,5	4,7	4	28,1	8,3	-	-	-	-	20,5	10709	-1223
Период 2 (19.05.07г до 4.11.07г)																			
2007г	169	+14,69	+18,26	+10,44	+10,9	361,5	57	76,8	<b>1,35</b>	23	284,7	<b>12,3</b>					20,5	10709	-
май	12	23,6	25,5	20,0	24,0	4,0	5	4,0	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
июнь	30	18,7	22,5	15,2	16,03	48,5	13	22,3	4,2	3	26,2	13,3							
июль	31	19,1	22,4	15,5	13,60	69,4	16	15,9	3,8	6	53,5	15,4							
август	31	20,4	24,7	15,9	18,7	101,0	4	2,8	1,5	4	98,2	61,0							
сентябрь	30	12,8	15,1	7,6	8,4	72,1	11	19,0	4,2	3	53,1	23,1							
октябрь	31	7,4	10,8	3,6	3,3	49,8	8	12,8	3,3	5	37,0	10,2							
ноябрь	4	0,8	+6,8	-4,7	-7,7	16,7	-	-	-	2	16,7	9,6	-	-	-	-	20,5	9868	-841
Период 3 (26.11.07г до 14.05.08г)																			
2007г	176	<b>+4,66</b>	<b>+5,74</b>	<b>-2,5</b>	<b>-2,94</b>	293,3	79	114,6	<b>1,45</b>	22	178,7	<b>8,12</b>					20,5	9868	
ноябрь	4	-1,6	+2,3	-7,9	-11,2	27,7	4	10,2	4,2	1	17,5	17,5	0÷13	-	3÷2	1			
декабрь	31	-1,97	+1,6	-5,4	-6,06	25,5	19	12,3	4,0	2	13,2	8,2	10÷0		2,5÷7,7	3			
2008г																			
январь	31	-5,73	-3,17	-9,5	-11,03	42,6	9	7,9	3,7	5	34,7	8,4	8,8÷16	0-2	35-56	3			
февраль	28	-1,47	+1,76	-6,27	-6,87	40,7	16	26,9	3,9	2	13,8	8,6	13,6-0	2,3-0	57,2-56,3	7			

продолжение таблицы 3.23п

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
март	31	+2,2	+6,70	-0,1	+0,20	55,2	12	20,8	4,7	4	34,4	10,3	-	-	56,2-0	6			
апрель	30	+10,06	+14,50	+5,0	+5,50	71,9	11	22,8	4,8	6	49,1	13,0	-	-	-	-			
май	21	+11,35	+17,0	+6,5	+8,90	29,7	8	13,7	3,6	2	16,0	9	-	-	-	-	20,5	9917	-352
Период 4 (22.05.08г до 11.11.08г)																			
2008г	182	<b>+13,9</b>	<b>+17,72</b>	<b>+9,02</b>	<b>+10,96</b>	283,8	75	126,2	1,68	15	167,6	<b>11,2</b>					20,5	9517	
май	9	+15,8	+21,3	9,0	10,5	36,9	4	11,0	4,8	3	35,9	19,4	-	-	-	-			
июнь	<b>30</b>	16,87	19,5	13,8	18,3	55,4	13	23,8	4,0	2	31,6	21,4	-	-	-	-			
июль	31	19,83	24,6	16,2	18,8	61,3	15	29,6	4,7	3	31,7	15,6	-	-	-	-			
август	31	21,57	23,1	14,0	16,3	58,8	10	18,9	4,7	4	39,9	13,2	-	-	-	-			
сентябрь	30	12,20	15,3	8,0	9,5	34,9	12	13,9	3,6	2	21,0	11,0	-	-	-	-			
октябрь	31	9,06	11,76	4,3	6,26	31,8	16	24,3	4,6	1	7,5	7,5	-	-	-	-			
ноябрь	+20	+2,0	+8,5	-2,1	-2,90	4,7	5	4,7	2,4	-	-	-	-	-	-	-	20,5	9421	-96

Таблица 3.23п.1 – Изменение активности однородного супесчаного грунта под влиянием естественных природных факторов.  
(Пластмассовый сосуд d=10 см с почвой размещен в нерадиоактивной зоне – п. Кокино)

Дата определе-ние актив-ности.	№, № периода и слоя грунта.	Общая про-дол-жительность периода.  сут	Полив в начале пе-риода		Грунт				Активность сухой пробы						
			Тип воды	Масса воды.  г	Тип	Слой грунта  h, см	Масса грунта		Навеска  г	Масса н. гр.  г	Фон  Бк	Актив-ность навески  Бк	Удель-ная актив-ность. Бк/кг	Измене-ние + - Бк/кг	
							сухой  г	мокрый  г							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.11.06	Начало				рад.	20,5		-							
	сл. 1				рад.	3,0	300	-	300	52,15	70,5	3573	11674	-	
	сл. 2				рад.	3,0	300	-	300	52,15		3634	11877	-	
	сл. 3				рад.	3,0	300	-	300	52,35		3650	11932	-	
	сл. 4				рад.	3,0	300	-	300	52,25		3652	11938	-	
	сл. 5				рад.	3,0	300	-	300	51,45		3723	12172	-	
	сл. 6				рад.	5,5	593	-	300	51,95		3713	12015	-	
Грунт на природе с 4.04.06г – 13.05.07г															
19.05.07	Период 1	190	дождев.	500	-										
	сл. 1				рад.	2,8	288	378	200	53,75	70,5	2134	10366	-1308	
	сл. 2				рад.	3,0	300	380	200	53,15		2212	10708	-1169	
	сл. 3				рад.	3,0	298	384	200	53,35		2181	10551	-1381	
	сл. 4				рад.	3,0	294	374	200	53,25		2234	10818	-1120	
	сл. 5				рад.	3,0	300	374	200	52,85		2224	10768	-1404	
	сл. 6				рад.	5,7	574	724	200	53,65		2279	11043	-972	
Грунт на природе с 19.05.07 – 4.11.07г															
24.11.07	Период 2	169	дистил.	850	-										
	сл. 1				рад.	2,7	268	358	200	49,85	70,5	1989	9595	-771	
	сл. 2				рад.	2,9	284	380	200	49,9		2053	9916	-794	
	сл. 3				рад.	2,9	290	392	200	49,85		2014	9718	-833	
	сл. 4				рад.	2,8	280	372	200	50,45		2049	9855	-923	
	сл. 5				рад.	2,7	274	368	200	49,85		2084	10066	-702	
	сл. 6				рад.	4,0	414	579	200	50,3		2074	10020	-1023	
Грунт на природе с 26.11.07г – 14.05.08г															
20.05.08	Период 3	175	дистил.	850	-										

продолжение таблицы 3.23п.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	сл. 1				рад.	2,7	271	360	200	53,45	70,5	1902	9161	-434
	сл. 2				рад.	2,9	290	388	200	53,55		1997	9632	-284
	сл. 3				рад.	3,0	300	402	200	53,29		1949	9394	-324
	сл. 4				рад.	2,9	285	382	200	54,25		1964	9470	-425
	сл. 5				рад.	2,8	276	370	200	52,33		1982	9560	-506
	сл. 6				рад.	3,5	352	469	200	54,14		1989	9593	-427
	Грунт под поддоном 14.09.08				рад	2,0	200	246	200	50,28		2034	9812	-208
Грунт на природе с 22.05.08 – 11.11.08г														
15.11.08	Период 4	182	дистил.	850										
	сл. 1				рад.	2,6	256	340	200	51,09	70,5	1904	9168	+7
	сл. 2				рад.	2,6	264	340	200	51,90		1950	9398	-234
	сл. 3				рад.	3,1	308	392	200	51,80		1948	9388	-6
	сл. 4				рад.	2,6	264	338	200	52,05		1942	9355	-115
	сл. 5				рад.	3,1	312	378	200	50,50		1978	9539	-21
	сл. 6				рад.	4,2	420	484	200	51,46		1979	9543	-50
	Грунт под поддоном 11.11.08г					2,0	110	184	100	48,05		1026	9555	-

**III 3.11 Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 3,0 см слоя почвы, при поливах дождеванием, по мокрому уплотненному слою.  
ОПЫТЫ: 25; 25-1; 25-2; 7-4.**

**ОПЫТ 25. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из мокрого, уплотненного суглинистого грунта слоем 3,0 см, при поливах дождеванием. (Проверка активности мокрого грунта).**

*Исходные данные к опыту 25.*

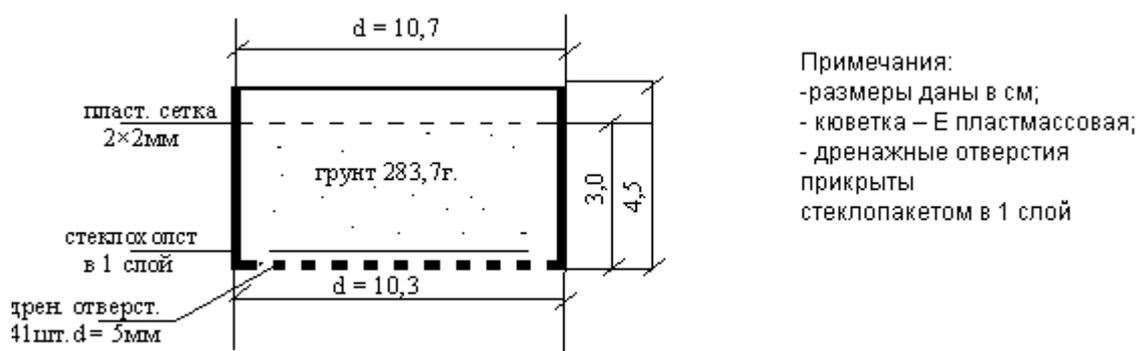
Опыт вымыва цезия-137 из суглинистого грунта слоем 3,0 см, проводился в комнатных условиях при поливе дождеванием по мокрому слою, уплотненному после очередного полива, в пластмассовом сосуде – кюветка «Е».

Исследуемая проба грунта, общей массой 283,7г, с первоначальной удельной активностью 2576 Бк/кг, представлена легкосуглинистой почвой, пылеватой, серой по цвету.

В качестве емкости, для засыпки грунта и создания слоя глубиной – 3,0 см, использовалась пластмассовая кюветка «Е». Для оттока дренажной воды в дне кюветки «Е» просверлено 41 дренажное отверстие, диаметром 5мм каждое. Масса пустой кюветки – 17,3г.

Полив проводился из лейки, водой комнатной температуры разного типа: дистиллированной, снеговой, водой из МК (из канала на существующей осушительной сети) и дистиллированной водой с добавлением КСl и аммиачной селитры.

Схема первоначальной засыпки грунта в кюветку «Е» для осуществления полива и оттока дренажной воды представлена на **рис. 3.25.**



**Рис. 3.25.** Схема первоначальной засыпки грунта в кюветку «Е».

### *Цель опыта 25.*

- Изучить вымыв цезия-137 из влажного 3-х см слоя легкосуглинистого грунта, уплотненного водой при неоднократных поливах, без рыхления поверхности перед поливом.

### *Условия проведения опыта 25.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы грунта массой 283,7г в кюветку «Е», полив его, сброс дренажной воды и определение активности мокрого грунта, проводились в определенной последовательности, после каждого очередного полива, независимо от его поливной нормы и типа воды.

#### 1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы грунта в кюветку «Е».

- Исследуемая проба грунта, перед началом опыта, подвергалась высушиванию на нагревательном электроприборе и охлаждению в комнатных условиях в закрытом полиэтиленовом мешке, не менее 2-х суток.

После охлаждения грунт измельчался и просеивался через сито с ячейками 1 мм.

- Подготовленный (сухой и измельченный) грунт подвергался проверке на первоначальную активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» дважды:

с навеской массой 200г;

с навеской массой 300г (общая масса грунта 283,7г +масса пустой кюветки «Е» 17,3г).

- Подготовленный грунт засыпался, в чистую, сухую кюветку «Е», ровным слоем, по схеме представленной на рис. 3.25.

- Поверхность грунта разравнивалась торцом деревянной линейки и грунт в кюветке «Е», перед определением первоначальной активности, уплотнялся равномерным постукиванием 110 раз о стопку газет.

- Дренажные отверстия в дне кюветки «Е» перед засыпкой прикрывались стеклохолстом в 1 слой.

- На выровненную поверхность грунта укладывалась пластмассовая сетка с ячейками 2х2 мм, для предотвращения размыва.

#### 2. Вымыв радионуклидов цезия -137 из 3,0 см слоя грунта и определение активности мокрого грунта после каждого полива.

- Вымыв цезия -137 проводился поливами водой разного типа и различными нормами. Вода подавалась на поверхность грунта из лейки, поливная норма контролировалась с помощью взвешивания. На поверхности грунта создавался слой воды от 2 см до 4 см в зависимости от выданной поливной нормы.

Всего проведено 49 поливов, по 1; 2 полива в суки в зависимости от поливной нормы и водоотдачи грунта.

- Для подачи поливной нормы, кюветка «Е» с грунтом наращивалась, присоединением сверху дополнительной кюветки (с соответствующими размерами) с помощью раструбного соединения.

Кюветка «Е» по конструкции расширена кверху (см. рис. 3.25), что позволяет легко увеличивать объем, вставляя в нее такую же кюветку по диаметру и с большей высотой – 10см.

- Для сброса дренажной воды, кюветка «Е» с грунтом, до начала полива, устанавливается над специальной пластмассовой кюветкой с помощью подставки.
- После дренирования и полной водоотдачи дополнительная кюветка снимается, дно кюветки «Е» с грунтом промокается сухой чистой салфеткой и фиксируется общая масса промытой исследуемой пробы.
- Активность исследуемой пробы проверялась на радиометре РУБ-01П6 для мокрого грунта, прямо в кюветке «Е» (пластмассовая сетка с поверхности не снималась), после каждого полива, для чего кюветка «Е» размещалась на выступе для блока детектирования в измерительном контейнере кюветка «Маринелли».
- Грунт из кюветки «Е» не изымался и не высушивался в течении всего опыта (49 поливов).
- Грунт после каждого полива слеживался, уплотнялся в кюветке «Е» и менялась водоотдача. Масса влажной навески в течении 49 проведенных поливов уменьшилась с 470,9г (полив 1) до 446,7 (полив 49).

После определения активности кюветка «Е» с грунтом устанавливалась на подставку для сбора дренажной воды, наращивалась с помощью дополнительной кюветки и проводился очередной полив.

- Для определения изменения удельной активности сухого грунта по сравнению с первоначальной, после 49 проведенных поливов, исследуемая проба высушивалась на нагревательном электроприборе, прямо, в кюветке «Е», чтобы избежать потерь грунта.
- Высушенный грунт подготавливался для определения активности точно так, как в начале опыта, и активность определялась в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» с навеской 200г.

Основные условия проведения опыта и результаты изменения активности легкосуглинистого, мокрого грунта, после каждого полива, и сухого грунта, в начале и после 49 поливов, приведены в **таблице 3.25.**

В таблице 3.25 в графе 14 дан пересчет удельной активности измеренной в кюветке «Е» на измеренную в кюветке «Маринелли», с учетом переводных коэффициентов (см. Часть III.1, опыт 9-1).

#### *Выводы к опыту 25.*

1. В результате водной миграции, цезий-137 выносится из слоя легкосуглинистого влажного грунта, уплотненного в результате поливов, и без рыхления поверхности перед очередным поливом.

По результатам проверки активности мокрого грунта удельная активность исследуемой пробы снизилась на 114 Бк/кг (см. таблицу 3.25, полив 1 и полив 49).

По данным проверки активности сухого измельченного грунта для навесок массой 200г, в начале опыта и в конце, удельная активность снизилась на 247 Бк/кг.

2. Показатели активности, при проверке мокрого грунта, изменяются

после каждого полива и варьируют с отклонением то в сторону увеличения, то уменьшения, т.к. изменяется, ее плотность и водоотдача (см. таблицу 3.25, масса навески: цикл 1-470,9г; цикл 49-446,7г).

3. Влияние типа воды и внесение солей  $KCl$  и аммиачной селитры на вымыв цезия конкретно установить не удастся из-за причин, названных в настоящих выводах в пункте 2 и по причинам высокой радиоактивности солей  $KCl$  (удельная активность  $KCl$  – 2730 Бк/кг).

Внесение соли  $KCl$  – ведет к увеличению активности исследуемой пробы (см. таблицу 3.25, циклы 13, 14, 21, 42).

Внесение соли аммиачной селитры:

- при дозе 1г соли на 200г воды – вымыв цезия-137 приостанавливается (см. таблицу 3.25, циклы 37÷40);

- при дозе 5-10г соли на 200г воды – вымыв цезия-137 увеличивается после каждого полива (см. таблицу 3.25, циклы 22÷28; 32; 34;35).

Таблица 3.25. Основные условия проведения опыта и изменение показателей активности в 3,0 см слое легко-суглинистого грунта после каждого полива (Масса кюв. «Е»-17,3г.).

Дата определения активности.	№ полива	Масса кюв. «Е» с грунтом в начале полива г	Поливная вода		Дренаж. вода г	Скорость дренирования см/мин	Масса кюв. «Е» с мокрым грунтом в конце цикла г	Активность мокрого грунта						
			Тип	Масса г				Навеска г	Масса н.гр. г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность, Бк/кг		Изменение. ⊕ - Бк/кг
												В кюв. «Е»	«Мари-нелли» гр 13 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30.03.07	Начало	200	Сухой грунт			-	-	200	57,29	70,2	583,3	-	2576	
30.03.07	Начало	300	-	-	-	-	300	283,7	57,20	70,2	529,1	1617	2426	
30.03.07	Начало	300	снегов.	200	70,0	3/120	489,8	472,5	-	70,2	591,2	1103	1654	
31.03.07	Полив 1	489,4	снегов.	200	201,2	0,5/45	488,2	470,9	-	70,2	610,5	1147	1721	+67
2.04.07	Полив 2	488	снегов.	200	200	-	488	470,7	-	70,2	596,3	1118	1677	-44
2.04.07	Полив 3	487,4	дистил.	200	199,4	2/180	488	470,7	-	70,2	592,7	1110	1665	-12
3.04.07	Полив 4	487,8	дистил.	250	249,8	-	488	470,7	-	70,2	589,5	1103	1654	-11
3.04.07	Полив 5	487,4	дистил.	250	250,4	2,5/210	487	469,7	-	70,2	591,5	1110	1664	+10
7.04.07	Полив 6	485,5	дистил.	250	249,9	2,5/180	485,6	468,3	-	70,2	597,2	1125	1688	+24
9.04.07	Полив 7	484	дистил.	750	752	-	482	464,7	-	70,2	614,4	1172	1758	+130
17.04.07	Полив 8	482	дистил.	400	397	1,8/120	485	467,7	-	70,2	610,15	1154	1731	-27
17.04.07	Полив 9	483	дистил.	400	400	4/400	483	465,7	-	70,2	596,3	1130	1695	-36
19.04.07	Полив 10	483	дистил.	400	398	-	485	467,7	-	70,2	597	1126	1690	-5
20.04.07	Полив 11	482	дистил.	400	397	4/400	485	467,7	-	70,2	597,7	1128	1692	+2
21.04.07	Полив 12	483	дистил.	400	398	-	485	467,7	-	70,2	596,5	1125	1688	-4
21.04.07	Полив 13	477	дистил. + 5 гр. КСl - раствор	400	397	3,6/320	485	467,7	-	70,2	592,1	1116	1674	-14
23.04.07	Полив 14	475	дистил.	400	398	4/400	<b>477</b>	459,7	-	70,2	591,3	1134	1700	+26
24.04.07	Полив 15	476	дистил.	400	400	-	476	458,7	-	70,2	603	1162	1742	+42
25.04.07	Полив 16	477	дистил.	200	200	2,5/480	477	459,7	-	70,2	585,9	1122	1683	-59
26.04.07	Полив 17	477	дистил.	400	400	-	477	459,7	-	70,2	597,1	1146	1719	+36
27.04.07	Полив 18	477	дистил. + 5 г А.С. раствор	400	400	1,9/300	477	459,7	-	70,2	585,9	1122	1683	-36
28.04.07	Полив 19	475	дистил.	200	198	1,7/300	<b>477</b>	459,7	-	70,2	586,4	1123	1684	+1
8.05.07	Полив 20	477	дистил. + 5 г	400	400	-	<b>477</b>	459,7	-	70,2	597,8	1148	1722	+38

продолжение таблицы 3.25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			А.С. раствор											
10.05.07	Полив 21	475	дистил. + 10 г KCl. раствор	200	198	1,8/210	<b>477</b>	459,7	-	70,2	597,7	1147	1721	-1
11.05.07	Полив 22	477	дистил. + 10 г А.С. раствор	200	200	-	<b>477</b>	459,7	-	70,2	582,5	1114	1671	-50
12.05.07	Полив 23	476	дистил. + 10 г А.С. раствор	200	199	-	<b>477</b>	459,7	-	70,2	580	1109	1663	-8
15.05.07	Полив 24	475	дистил. + 20 г А.С. раствор	400	398	3,2/270	<b>477</b>	459,7	-	70,2	570,8	1089	1633	-30
16.05.07	Полив 25	476	дистил. + 20 г А.С. раствор	400	399	-	<b>477</b>	459,7	-	70,2	570,1	1087	1631	-2
17.05.07	Полив 26	476	дистил. + 10 г А.С. раствор	200	199	1,7/180	<b>477</b>	459,7	-	70,2	572,9	1094	1640	+9
18.05.07	Полив 27	476	дистил.	400	399	-	<b>477</b>	459,7	-	70,2	580,6	1110	1665	+15
18.05.07	Полив 28	475	дистил. + 20 г А.С. сухая	200	198	2,5/240	<b>477</b>	459,7	-	70,2	568,4	1084	1626	-39
19.05.07	Полив 29	477	дистил.	200	200	-	<b>477</b>	459,7	-	70,2	562,5	1071	1606	-20
19.05.07	Полив 30	476	дистил.	200	199	2,5/340	<b>477</b>	459,2	-	70,2	562,15	1070	1605	-1
21.05.07	Полив 31	477	дистил.	400	403	-	<b>474</b>	456,7	-	70,2	566,6	1087	1630	
21.05.07	Полив 32	474	дистил. + 5 г А.С. расвор, +5г. А.С.сухая	200	400	-	<b>474</b>	456,7	-	70,2	553,7	1059	1588	-42
22.05.07	Полив 33	474	дистил.	200	200	-	<b>474</b>	456,7	-	70,2	557,8	1068	1601	+13,5
24.05.07	Полив 34	472	дистил. + 5 г А.С. сухая	400	398	1,4/240	<b>474</b>	456,7	-	70,2	543,4	1036	1554	-47
25.05.07	Полив 35	474	дистил. + 5 г А.С. сухая	400	400	-	<b>474</b>	456,7	-	70,2	556,8	1065	1598	+54
26.05.07	Полив 36	472	дистил.	200	198	-	<b>474</b>	456,7	-	70,2	553,3	1058	1587	-11
28.05.07	Полив 37	473	дистил. + 3 г А.С. сухая	400	397	3,2/420	<b>474</b>	456,7	-	70,2	549,2	1049	1573	-14
29.05.07	Полив 38	474	дистил. + 1 г А.С. сухая	400	400	-	<b>474</b>	456,7	-	70,2	549,7	1050	1575	+2
30.05.07	Полив 39	473	дистил. + 1 г	200	199	-	<b>474</b>	456,7	-	70,2	549,4	1049	1573	-2

продолжение таблицы 3.25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			А.С. сухая											
1.06.07	Полив 40	472	дистил. + 1 г А.С. раствор	200	201	-	471	<b>453,7</b>	-	70,2	547,2	1051	1577	+4
2.06.07	Полив 41	471	дистил. + 5 г А.С. сухая	400	401	3,1/450	470	452,7	-	70,2	544,1	1047	1570	-7
5.06.07	Полив 42	470	дистил. +10г КСl раствор + 10г А.С. раствор	400	413	3,7/450	457	439,7	-	70,2	568,8	1134	1701	+131
6.06.07	Полив 43	457	дистил.	400	389	1,4/210	468	450,7	-	70,2	544,2	1052	1578	-123
7.06.07	Полив 44	468	дистил.	400	389	1,7/300	470	452,7	-	70,2	543,2	1045	1567	-11
11.06.07	Полив 45	470	дистил. + 20 г А.С. раствор	200	209	-	461	443,7	-	70,2	543,5	1067	1600	+33
14.06.07	Полив 46	461	вода из МК п. Колодезский	400	400	-	461	443,7	-	70,2	540	1059	1588	-12
16.06.07	Полив 47	461	вода из МК п. Колодезский	300	297	-	464	446,7	-	70,2	535,8	1042	1563	-25
19.06.07	Полив 48	464	вода из МК п. Колодезский	300	302	-	462	444,7	-	70,2	548,2	1075	1612	+49
20.06.07	Полив 49	462	вода из МК п. Колодезский +5г А.С. -сухая	400	398	3,1/510	464	446,7	-	70,2	549	1072	1607	-3
25.06.07	Конец	200	Сушка грунта на эл-калорифере после 49 поливов					200	56,35	70,2	535,9	-	2329	<b>-247</b>

**ОПЫТ 25-1. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из мокрого, уплотненного слоя 3,5 см, грунта (суглинистый +10% навоза), при поливе дождеванием. (Проверка активности мокрого грунта).**

*Исходные данные к опыту 25-1.*

Условия проведения опыта 25-1 и способ промывки цезия-137 из легкосуглинистого грунта + 10% навоза, аналогичны опыту 25.

Для опыта 25-1 использовался радиоактивный легкосуглинистый грунт опыта 25, после 49-ти поливов, с добавлением – 10% навоза с фермы КРС, с удельной активностью 240 Бк/кг.

Подготовленный компост (высушенный, измельченный, просеянный через сито 1 мм) массой 360г, с первоначальной удельной активностью 2105 Бк/кг, засыпался в кюветку «Е» слоем 3,5 см.

Общая масса кюветки «Е» с грунтом 380г, масса пустой кюветки «Е» - 20,0г.

Схема первоначальной засыпки подготовленного компоста для осуществления полива и оттока дренажной воды представлена на **рис. 3.25 (см. Часть III.3.11, опыт 25).**

*Цель проведения опыта 25-1.*

- Изучить влияние внесенного органического удобрения – (10% навоза) на изменение фильтрации легкосуглинистого грунта и на вымыв цезия-137.

*Условия проведения опыта 25-1.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы грунта массой 360 г в кюветку «Е», полив его, сброс дренажной воды и определение активности мокрого грунта, проводились в определенной последовательности, после каждого полива, независимо от поливной нормы и типа воды, по методике опыта 25.

- Всего проведено – 13 поливов водой разного типа, с рыхлением и без рыхления поверхности влажного грунта перед поливом.

- Рыхление поверхности проводилось пластмассовой вилкой на глубину 0,5см.

Основные условия проведения опыта и результаты изменения активности мокрого легкосуглинистого грунта + 10% навоза, после каждого полива, и сухого грунта, в начале и в конце 13 поливов, приведены в **таблице 3.25-1.**

В таблице 3.25-1 в графе 14 дан пересчет удельной активности грунта измеренной в кюветке «Е» на измеренную в кюветке «Маринелли».

### *Выводы к опыту 25-1.*

1. Внесение в грунт 10% навоза повлияло на повышение скорости фильтрации поливной воды через слой грунта в 2-3 раза. Средняя скорость фильтрации за 13 поливов в опыте 25-1 составляет 0,0264 см/мин, в опыте 25 – 0,0108 см/мин.

2. Полив сточной водой с очистных сооружений г. Новозыбков ведет к уменьшению показателей удельной активности исследуемой пробы (см. циклы 4÷5, таблица 3.25-1).

3. Раствор соли аммиачной селитры в поливной воде (сточной воде) менее 5г на каждые 200г приостанавливает вымыв цезия-137 из слоя исследуемой пробы (см. циклы 9; 11, таблица 3.25-1).

4. Рыхление поверхности мокрого грунта, перед очередным поливом, на глубину 0,5 см, значительно, влияет на увеличение вымыва цезия-137 дистиллированной водой, при поливной норме в 2 раза меньше, чем при поливе сточной (см. циклы 10÷13, таблица 3.25-1).

Таблица 3.25-1 Основные условия проведения опыта и показатели изменения активности в 3 -х см слое (легкосуглинистого грунта +10% навоза) после каждого полива.

(Масса кюв. «Е» - 20,0 г).

Дата определения активности.	№ полива	Масса кюв. «Е» сгрунтом в начале полива г	Поливная вода		Дренаж. вода г	Скорость дренирования см/мин	Масса кюв. «Е» с мокрым грунтом в конце полива г.	Активность мокрого грунта						
			Тип	Масса г				Навеска г	Масса н. гр. г	Фон Бк	Активность навески Бк	Удельная активность, Бк/кг		Изменение + - Бк/кг
												В кюв. «Е»	В «Маринелли» гр 13 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
26.06.07	Начало	200	-	-	-	-	-	200	47,65	70,2	491,1	-	2105	
		380	-	-	-	-	-	360	47,65	70,2	475,7	1126	1690	
		380	дистил.	400	284	4,5/45	496	476	-	70,2	475,4	851	1277	
28.06.07	Полив 1	496	дистил.	200	200	2,2/95	496	476	-	70,2	476,5	853	1280	+3
28.06.07	Полив 2	496	дистил. +5 г А.С. раствор	200	200	2,2/150	496	476	-	70,2	475,9	852	1278	-2
30.06.07	Полив 3	496	водопров.	200	200	2,2/150	496	476	-	70,2	471,5	843	1265	-13
			+ Замочка 2 сут в дистил. воде + дренаж полива 2											
2.07.07	Полив 4	496	дренаж цикла 3	600	600	6,7/150	496	476	-	70,2	479,6	860	1290	+25
2.07.07	Полив 5	496	водопровод.	600	600	6,7/150	496	476	-	70,2	475,3	851	1277	-13
3.07.07	Полив 6	496	сточная г Новозыбков	300	300	-	496	476	-	70,2	470,9	842	1263	-14
3.07.07	Полив 7	496	сточная г.Новозыбков	500	500	5,3/180	496	476	-	70,2	462,9	825	1238	-25
4.07.07	Полив 8	495	сточная г.Новозыбков	500	499	5,3/180	496	476	-	70,2	462,3	824	1236	-2
7.07.07	Полив 9	495	сточная г.Новозыбков	500	499	5,3/180	496	476	-	70,2	466,5	833	1249	+13
8.07.07	Полив 10	495	дистил.	200	199	2,2/140	496	476	-	70,2	446,5	790,5	1186	-63
			+ рыхление поверхности на 2-е сутки											
12.07.07	Полив 11	495	сточная	285	284	3/190	496	476	-	70,2	452,8	804	1206	+19,7
			+ рыхление поваерхности перед поливом + 5 А.С. раствор											
18.07.07	Полив 12	495	дистил.	200	199	-	496	476	-	70,2	445,7	789	1183	-23
			+ рыхление поверхности перед поливом											
19.07.07	Полив 13	493	дистил.	200	197	2,2/130	496	476	-	70,2	448,4	794	1192	+5
			+ рыхление поверхности перед поливом											
11.08.07	конец	200	Высушенный грунт на эл-калорифере после 13 поливов				-	200	53,87	70,2	464	-	1969	-136

**ОПЫТ 25-2. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из мокрого, уплотненного супесчаного грунта слоем 3,0 см, при поливе дождеванием. (Проверка активности мокрого грунта).**

*Исходные данные к опыту 25-2.*

Условия проведения опыта 25-2 и способ промывки цезия-137 из мокрого уплотненного супесчаного грунта слоем 3,0 см, аналогичны опыту 25.

Для опыта 25-2 использовался радиоактивный супесчаный грунт из опыта 29, прошедший 6-ть циклов выщелачивания на приборе «Дарси», с предварительной заморозкой в течении 36 суток, из нижнего слоя, который подвергался сушке на электрокалорифере 2 раза в опыте 29.

Исследуемая проба грунта общей массой 286,6 г, с первоначальной удельной активностью 7779 Бк/кг, представлена супесчаной почвой, пылеватой, с растительными остатками, темно-серой по цвету.

Подготовленный супесчаный грунт (высушенный, измельченный, просеянный через сито 1мм) засыпался в кюветку «Е» слоем 3,0 см. Общая масса кюветки «Е» с грунтом 300г, масса пустой кюветки «Е» - 16,4 г, количество дренажных отверстий – 37 шт, диаметром 4÷5 мм.

Схема первоначальной засыпки грунта для осуществления полива и оттока дренажной воды представлена **на рис. 3.25 (см. Часть III.3.11, опыт 25).**

*Цель проведения опыта 25-2.*

- Изучить вымыв цезия-137 из 3,0 см слоя грунта, в результате неоднократного полива влажного, уплотненного грунта, с рыхлением и без рыхления поверхности перед поливом.

*Условия проведения опыта 25-2.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы супесчаного грунта массой 283,6 г в кюветку «Е», полив его, сброс дренажной воды и определение активности мокрого грунта, проводились в определенной последовательности, после каждого полива, независимо от поливной нормы и типа воды, по методике опыта 25.

- Всего проведено – 18 поливов водой разного типа, с рыхлением и без рыхления поверхности влажного грунта перед очередным поливом.

- Рыхление поверхности проводилось пластмассовой вилкой на глубину 0,5см.

Основные условия проведения опыта и результаты изменения активности мокрого супесчаного грунта, после каждого полива и сухого грунта, в начале и в конце 18 поливов, приведены в **таблице 3.25-2.**

В таблице 3.25-2 в графе 14 дан пересчет удельной активности грунта измеренной в кюветке «Е» на измеренную в кюветке «Маринелли».

### *Выводы к опыту 25-2.*

1. В результате водной миграции цезий-137 выносятся из влажного слоя супесчаного грунта, уплотненного, в результате поливов, без рыхления поверхности перед очередным поливом (см. поливы 1-8, таблица 3.25-2).

2. С применением рыхления поверхности на глубину 0,5см, перед очередным поливом, с небольшой нормой полива (300-400г), показатели удельной активности увеличиваются. Предположительно, показатели по активности увеличиваются за счет нарушения плотности укладки грунта, в результате рыхления. При поливе уменьшенными нормами после грубого рыхления плотность укладки грунта не достигает первоначальной (см. поливы 9, 10, 11, таблица 3.25-2).

3. При поливе увеличенными нормами дистиллированной воды и раствором из настоя коровяка на дистиллированной воде 1:4, удельная активность исследуемой пробы постоянно уменьшается, следовательно, цезия-137 вымывается из супесчаного мокрого грунта (см. поливы 12÷17, таблица 3.25-2).

4. По результатам проверки активности мокрого грунта удельная активность исследуемой пробы снизилась на 154 Бк/кг (см. таблицу 3.25-2, полив 2 и полив 18).

По результатам проверки активности сухого измельченного грунта для навесок массой 200г, в начале опыта и в конце, удельная активность снизилась на 360 Бк/кг

Таблица 3.25-2 Основные условия проведения опыта и изменение показателей активности в 3,0 см слое супесчаного грунта после каждого полива. (Масса кюв. «Е» - 16,4 г).

Дата определения активности.	№ полива	Масса кюв. «Е» с грунтом в начале полива. г	Поливная вода		Дренаж. вода	Скорость дренирования. см/мин	Масса кюв. «Е» с мокрым грунтом в конце полива. г	Активность мокрого грунта							
			Тип	Масса				Навеска	Масса н. гр.	Фон	Активность навески	Удельная активность, Бк/кг		Изменение. + -	
												В кюв. «Е»	В «Маринелли» гр 13 x 1,5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
31.07.07	Начало	200	-	-	-	-	-	200	56,6	70,2	1626	-	7779	-	
		300	-	-	-	-	-	283,6	56,1	70,2	1600	5394	8091		
		300	дистил.	200	43,3	2,7/15	456,7	440,3	-	70,2	1544	3347	5021	-	
31.07.07	Полив 1	476	дистил.	200	220	2,8/25	456	439,6	-	70,2	1558	3384	5077	+56	
16.08.07	Полив 2	446	дистил.	500	490	1,7/10	456	439,6	-	70,2	1509	3273	4909	-158	
17.08.07	Полив 3	452	дистил.	500	496	1,9/18	456	439,6	-	70,2	1476	3198	4797	-112	
18.08.07	Полив 4	456	дистил.	500	500	5,6/60	456	439,6	-	70,2	1500	3253	4879	+82	
20.08.07	Полив 5	456	дистил.	500	500	5,6/80	456	439,6	-	70,2	1502	3257	4886	+7	
22.08.07	Полив 6	456	дистил.	500	500	5,6/60	456	439,6	-	70,2	1471	3186	4780	-106	
			+ замочка на 1 сутки под слоем воды – 0,2 см												
22.08.07	Полив 7	456	дистил.	500	500	5,6/55	456	439,6	-	-	1463	3168	4753	-27	
27.08.07	Полив 8	456	дистил. + замочка на 1 сутки	300	300	2,6/15	456	439,6	-	70,2	1463	3168	4753	-0	
28.08.07	Полив 9	456	дистил.	400	400	1,5/20	456	439,6	-	70,2	1505	3264	4896	+143	
			+ грубое рыхление+замочка на ночь под слоем воды 1,5 см												
29.08.07	Полив 10	456	дистил.	300	300	-	456	439,6	-	70,2	1522	3303	4953	+58	
			+ рыхление перед поливом – 0,5 см												
30.08.07	Полив 11	456	дистил.	200	200	0,5/17	456	439,6	-	70,2	1549	3364	5046	+93	
			+5г АС сухой + рыхление перед поливом – 0,5 см												
30.08.07	Полив 12	456	дистил. + настой ко- ровяка 1:4	600	600	6,4/80	456	439,6	-	70,2	1526	3312	4967	-79	
31.08.07	Полив 13	456	дистил.	300	300	-	456	439,6	-	70,2	1521	3300	4950	-17	
31.08.07	Полив 14	456	дистил. + настой ко- ровяка 1:4	600	600	-	456	439,6	-	70,2	1503	3259	4889	-61	
4.09.07	Полив 15	456	дистил.	400	400	-	456	439,6	-	70,2	1502	3257	4886	-3	
5.09.07	Полив 16	456	дистил.	1370	1370	-	456	439,6	-	70,2	1499	3250	4875	-11	
11.09.07	Полив 17	456	дистил.	1370	1370	-	456	439,6	-	70,2	1485	3218	4828	-47	
13.09.07	Полив 18	456	дистил.	200	200	-	456	439,6	-	70,2	1513	3282	4923	+95	
22.09.07	Конец	456	Высушенный грунт на эл-калорифере после 18 поливов				-	-	200	-	70,2	1554	-	7419	-360

**ОПЫТ 7-4. Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 4,0 см слоя золы радиоактивного рогоза, при поливах дождеванием. (Проверка активности мокрой золы).**

*Исходные данные к опыту 7-4.*

Опыт по промывке 4,0 см слоя золы от радионуклидов цезия-137, проводился в комнатных условиях, при поливе дождеванием, в кюветке «Е».

Исследуемая проба массой 120 г, с первоначальной удельной активностью 555 Бк/кг, в виде измельченной до пылинок золы черного цвета, как сажа, получена при сгорании высушенных стеблей и корней рогоза общей массой 900г.

Корни и стебли рогоза отбирались вдоль канала на существующей осушительной системе пос. Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского района (см. Часть III.2.3, опыты 7п-1; 7п-2).

В качестве емкости для засыпки золы и создания профиля глубиной 4,0 см использовалась пластмассовая кюветка «Е».

Для оттока дренажной воды в дне кюветки «Е» просверлены 40 отверстий, диаметром 5 мм каждое. Масса пустой кюветки – 16,0 г.

Промывка золы проводилась дистиллированной водой.

Схема засыпки золы в кюветку «Е» для осуществления полива и оттока дренажной воды такая же, как в опыте 25 для суглинистого грунта и представлена на **рис. 3.25 (см. Часть III.3.11, опыт 25).**

*Цель проведения опыта 7-4.*

- Установить возможен ли вымыв радионуклидов цезия-137 из золы сгоревших растений.

*Условия проведения опыта 7-4.*

Подготовка, засыпка золы массой 84 г в кюветку «Е», полив, сброс дренажной воды и определение активности мокрой золы, проводился в определенной последовательности, после каждого полива, по методике опыта 25.

**1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы золы в кюветку «Е».**

- Высушенные стебли и корни рогоза (см. опыты 7п-1, 7п-2), общей массой 900г, сжигались 5.03.08г. в эмалированной емкости. Для ускорения сгорания сухой рогоз предварительно облили соляжкой. Стебли и корни растения сгорели без остатка, до пылинок.

- После 2-х суточного охлаждения получившаяся зола просеивалась через сито с ячейками 1 мм. Общая масса сухой золы – 120г.

- Подготовленная проба сухой золы подвергалась проверке на первоначальную активность на радиометре РУБ -01Пб в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» дважды:

с навеской массой 100г;

с навеской массой 100г (общая масса золы 84г + масса кюветки «Е» - 16г).

- Подготовленная проба золы массой 84г засыпалась в чистую сухую кюветку «Е» ровным слоем, по схеме представленной на рис. 3.25 (см. Часть Ш. 3.11, опыт 25).

- Перед определением активности сухая зола в измерительном контейнере уплотнялась, равномерным постукиванием дна о пачку газет 210 раз.

- Дренажные отверстия в дне кюветки «Е» перед засыпкой сухой золы прикрывались стеклохолстом в 1 слой.

- На выровненную поверхность золы укладывалась пластмассовая сетка с ячейками 2x2 мм, для предотвращения размыва при проведении полива.

2. Вымыв радионуклидов цезия-137 из 4,0 см слоя золы и определение активности мокрой золы, после каждого полива, проводились по методике опыта 25 в 2 этапа.

- Поливы проводились с нормой 200г, только, дистиллированной водой.

- Активность исследуемой пробы проверялась на радиометре РУБ-01П6 для мокрой золы, прямо, в кюветке «Е», после каждого цикла полива, (пластмассовая сетка с поверхности не снималась), для чего кюветка «Е» с золой размещалась на выступе для блока детектирования в измерительном контейнере кюветка «Маринелли».

- Зола из кюветки «Е» изымался для сушки всего два раза в течении всего опыта 7-4, в конце каждого этапа промывки (см. циклы 12 и 22, таблица 3.7-4).

- Всего проведено 22 цикла промывки золы, в том числе:

1-й этап промывки – циклы 1÷11;

2-й этап промывки – циклы 13÷21.

Второй этап проводился после сушки золы на электрокалорифере.

Основные условия проведения опыта и результаты изменения активности мокрой золы, после каждого поливного цикла, и сухого грунта, после каждого этапа промывки, приведены в таблице 3.7-4.

В таблице 3.7-4 в графе 13 дан пересчет удельной активности золы, измеренной в кюветке «Е» на измеренную в кюветке «Маринелли».

*Выводы к опыту 7-4.*

1. Первый этап промывки (циклы 1÷11).

- Удельная активность мокрой золы резко снижалась, после каждого цикла промывки, а общая масса кюветки «Е» с мокрой золой увеличивалась, за счет снижения водоотдачи золы при очередном смачивании.

- Общая масса кюветки «Е» с мокрой золой, начиная с 9-го цикла, стабилизировалась, но и вымыв цезия – 137 тоже приостановился (см. таблицу 3.7-4, циклы 9; 10; 11).

- После 11-ти циклов промывки, кюветка «Е» с мокрой золой (общей массой 287,5г) для сушки размещалась на электрокалорифере на 2 суток, при температуре до 60°.

Высушенная зола охлаждалась в течении 2-х суток, в плотно закрытом полиэтиленовом мешке, и просеивалась через сито 1 мм.

Масса сухой золы, после 11-ти циклов промывки, по сравнению с первоначальной (84г) уменьшилась на 14,6г, т.е. на 17,4% и стала – 69,1г, соответственно уменьшилась удельная активность сухой золы с 473 Бк/кг до 187 Бк/кг.

Для уточнения вымытых радионуклидов цезия-137 из сухой золы, определялась удельная активность для одинаковых навесок сухой золы (по 30г), не подвергавшейся промывки и подвергавшейся, которая уменьшилась соответственно с 538 Бк/кг до 234 Бк/кг (см. таблицу 3.7-4, цикл 12).

2. Для установления факта возобновления вымыва радионуклидов цезия-137 из золы, после ее сушки, проводился 2-й этап промывки оставшейся золы массой 69,1 в течении 9-ти циклов.

После второго этапа промывки золы, общая масса ее уменьшилась на 2,3г (т.е. на 3,3%), а удельная активность сухой золы для навесок по 30г для промытой золы в 1-м и во 2-м этапе уменьшилась соответственно с 234 Бк/кг до 190, 5 Бк/кг (см. таблицу 3.7-4, цикл 12 и 22).

3. Следовательно, радионуклиды из слоя золы вымываются и выносятся вместе с частицами (пылинками золы).

4. Зола хорошо дренирует, если золу сжигать без помощи солярки, то вымыв должен быть еще больше, т.к. зола – это щелочной материал.

Таблица 3.7-4. Основные условия проведения опыта и изменение удельной активности в 4,0 см слое золы после поливного цикла.  
(Зола рогоза. Вес кюв. «Е» - 16,0 г.).

Дата опред. актив.	№ полива.	Вес кюв. «Е» с золой в нач. полива. г.	Поливная вода		Дренаж. Вода. г	Вес кюв. «Е» с мокрой золой в конце полива. г	Активность мокрой золы						
			Тип.	Масса. г.			Навеска. г	Масса н.гр. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность, Бк/кг		Измен. ⊕ – Бк/кг
											В кюв. «Е».	«Маринелли» гр.12 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17.03.08	Начало	315,15	-	-	-	315,15	100	7,55	65,64	120,9	-	555,0	-
18.03.08	Начало	100	-	-	-	100	84	7,55	65,64	92,1	315	473,0	-
17.03.08	Начало	100	дистил	400		194,8	178,8	-	65,64	91,2	143	214,4	-
<b>Первый этап промывки</b>													
21.03.08	Цикл 1	194,8	дистил	400	367,8	227	211	-	-	-	-		-
21.03.08	Цикл 1	227	дистил	200	183,9	243,1	227,1	-	65,64	84,13	81,4	122,1	-
22.03.08	Цикл 1	Дренажная вода в «Маринелли»				210,7	200	-	63	64,89	-	9,5	-
22.03.08	Цикл 2	227,1	дистил	200	178,1	249	<b>236</b>	-	65,64	82,24	70,4	<b>105,5</b>	-
24.03.08	Цикл 3	249	дистил	200	189,9	286	-	-	-	-	-	-	-
		через 60 мин			173,1	275,9	<b>259,9</b>	-	65,64	81,67	61,7	<b>92,5</b>	-
18.04.08		Дренажная вода в «Маринелли»					100	-	65,64	66,02	-	3,8	-
24.03.08	Цикл 4	275,9	дистил	200	188,9	287	-	-	-	-	-	-	-
		Через 60 мин			200	275,9	259,9	-	65,64	79,8	54,46	81,69	-
28.03.08	Цикл 5	275,9	дистил	200	187,5	288,4	-	-	-	-	-	-	-
		Через 60 мин			200	275,9	259,9	-	65,64	77,13	44,2	66,3	-
28.03.08	Цикл 6	275,9	дистил	200	183,5	292,4	-	-	-	-	-	-	-
		Через 20 мин			194,9	281	<b>265</b>	-	65,64	74,82	34,64	<b>51,62</b>	-
28.03.08	Цикл 7	281	дистил	200	188	293	-	-	-	-	-	-	-
		Через 20 мин			200	281	265	-	65,64	75,62	37,68	56,53	-
22.03.08	Цикл 8	281	дистил	200	179	302	-	-	-	-	-	-	-
		Через 20 мин			200	281	265	-	65,64	75,4	36,9	55,35	-
29.03.08	Цикл 9	287,5	дистил	400	393,5	294	-	-	-	-	-	-	-
		Через 20 мин			400	287,5	<b>271,5</b>	-	65,64	73,37	28,48	<b>42,73</b>	-
31.03.08	Цикл 10	287,5	дистл	200	189,5	298	-	-	-	-	-	-	-
		Через 20 мин			200	287,5	271,5	-	65,64	73,36	28,43	42,65	-
2.04.08	Цикл 11	287,5	дистил	200	189,5	298							

продолжение таблицы 3.7-4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10.04.08	Цикл 11				200	287,5	271,5	-	65,64	70,33	28,31	42,47	
10.04.08.	Цикл 12	Сушка в кюв. «Е» на эл-калорифере											
	Промытая зола	85,1	-	-	-	-	69,1	7,85	65,64	74,25	124,6	187	-286
	Промытая зола	46,00	-	-	-	-	30	7,85	65,64	70,33	156,2	234	-304,5
	Не промытая зола	46,00	-	-	-	-	30	7,55	65,64	76,42	359,0	538,5	
<b>Второй этап промывки</b>													
14.04.08	Цикл 13	85,0	дистил	400	335	150	134	-	65,64	75,67	74,9	112,35	
15.04.08	Цикл 14	150	дистил	400	373,65	176,35	160,35	-	65,64	74,43	54,8	82,2	
15.04.08	Цикл 15	176,35	дистил	400	383,15	193,2	177,2	-	65,64	72,46	38,41	57,62	
15.04.08	Цикл 15	366,65	Дренажная вода в «Маринелли»				200	-	61,96	60,98	-	0	
16.04.08	Цикл 16	193,2	дистил	400	387,05	206,15	190,15	-	65,64	74,06	44,3	66,5	
16.04.08	Цикл 17	206	дистил	600	587,2	218,8	202,8	-	65,64	78,02	61,05	91,5	
18.04.08	Цикл 18	218,8	дистил	200	135,6	223,2	207,2	-	65,64	74,35	42,05	63,08	
	Цикл 18	Дренажная вода в «Маринелли»				200	-	61,96	62,85	-	4,47		
18.04.08	Цикл 19	223,2	дистил	240	228,3	234,9	218,9	-	65,64	73,42	35,54	53,31	
18.04.08	Цикл 20	234,9	дистил	200	188,2	246,7	230,7	-	65,64	74,47	38,3	57,41	
21.04.08	Цикл 21	246,7	дистил	400	375,2	271,5	255,5	-	65,64	74,81	35,9	53,84	
		Дренажная вода в «Маринелли»				200	-	61,96	61,8	-	0		
28.04.08.	Цикл 22.	Сушка в кюв. «Е» на электро-калорифере											
	Промытая зола	82,9	-	-	-	82,9	66,8	8,65	65,64	73,14	112,3	168,5	-18,5
	Промытая зола	46,1	-	-	-	46,1	30	8,65	65,64	69,46	127	190,5	-43,5

### **III 3.12 Способность цеолита адсорбировать и десорбировать радионуклиды цезия – 137 при пропуске через слой цеолитосодержащего трепела радиоактивной и чистой воды.**

**ОПЫТЫ: 21; 21-1; 21-3; 21-4; 21-5; 21-6; 21-7; 21-8.**

**ОПЫТ 21. *Изменение активности слоя 4 см гранулированного цеолита  $d=2\div 5$  мм при фильтрации через него радиоактивной воды слоем  $0,7\div 0,8$  см.***

*Исходные данные к опыту 21.*

Опыт 21 по изучению свойств цеолита на способность адсорбировать цезия-137 из радиоактивной воды, проводился в комнатных условиях при пропуске через слой цеолита, специально приготовленной в лабораторных условиях, радиоактивной воды.

Для опыта 21 использовался гранулированный цеолит, с диаметром гранул  $2\div 5$  мм. Исследуемая проба цеолита приготовленная из цеолитосодержащего трепела Хотынецкого месторождения, Орловской области. Хотынецкий цеолит, в виде плотных комьев массой  $1,5\div 2,0$  кг, измельчался, высушивался и для создания гранул определенного размера просеивался через сито с ячейками 5 мм и 2 мм.

В качестве емкости, для засыпки цеолита и создания слоя глубиной 4,0 см, использовалась пластмассовая кюветка «Е». Для оттока дренажной воды в дне кюветки «Е» просверлено 41 отверстие диаметром 5 мм каждое. Масса пустой кюветки «Е» - 14,8 г.

Схема засыпки цеолита в кюветку «Е», аналогична схеме при промывке радионуклидов цезия-137 из суглинистого грунта, **см. рис. 3.25 (Часть III.3.11, опыт 25).**

Через слой цеолита пропускалась радиоактивная вода, приготовленная в лабораторных условиях, способом многократного перемешивания грунта с большой активностью и дистиллированной воды в пластмассовом сосуде, емкостью 2-2,5 л, при соотношении компонентов 1:3.

Перемешивание проводилось один раз в сутки, в течении 1,5-3 мин. После 5-6 перемешиваний, через 1 сутки отстоя после последнего перемешивания, подготовленная радиоактивная вода сливалась из сосуда и использовалась для полива (пропуска) через слой цеолита.

*Цель проведения опыта 21.*

- Изучение способности гранулированного цеолита с диаметром  $2\div 5$  мм задерживать, адсорбировать радионуклиды цезия-137 из фильтрующейся воды через слой глубиной 4 см.

### *Условия проведения опыта 21.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы цеолита массой 200г в кюветку «Е», пропуск радиоактивной воды через слой гранулированного цеолита (без примесей) и определение активности мокрого цеолита и дренажной воды, проводились в определенной последовательности, после каждого очередного полива, независимо от количества и радиоактивности пропущенной воды.

#### 1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы цеолита в кюветку «Е».

- Высушенный, подготовленный гранулированный цеолит, массой 200г,  $d = 2 \div 5$  мм (без примесей) охлаждался, упакованным в полиэтиленовом мешке, в течении 2 суток.

- Подготовленный (сухой, гранулированный) цеолит проверялся на первоначальную активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» дважды:

с навеской массой – 100г;

с навеской массой 214,8г (общая масса цеолита 200г + масса пустой кюветки «Е» 14,8г).

- Подготовленный цеолит засыпается в кюветку «Е» ровным слоем по схеме, представленной на рис. 3.25.(Часть III.3.11, опыт 25).

- Поверхность цеолита выравнивалась торцом деревянной линейки и цеолит в кюветке «Е», перед определением первоначальной активности, уплотнялся равномерным постукиванием 110 раз дном о стопку газет.

- Дренажные отверстия в дне кюветки «Е» перед засыпкой цеолита прикрывались стеклохолстом в 1 слой.

- На выровненную поверхность цеолита укладывалась пластмассовая сетка с ячейками 2x2 мм, для предотвращения размыва.

#### 2. Пропуск (фильтрация) радиоактивной воды через 4 см слой цеолита, сбор дренажной воды и определение активности влажного (мокрого) цеолита и дренажной воды.

- Пропуск (фильтрация) радиоактивной воды через слой цеолита в кюветке «Е» проводился по методике аналогичной промывки суглинистого грунта от радионуклидов в опыте 25.

Способы подачи воды и сбор дренажной воды аналогичны и подробно изложены в опыте 25 (см. Часть III.3.11).

- Радиоактивная вода в опыте 21 подается на слой влажного цеолита поливной нормой по 100г, с одинаковой удельной активностью 98,4 Бк/л, создавая слой воды на его поверхности  $0,7 \div 0,8$  см.

- Всего проведено 6-ть поливов, по 1-2 полива в суки, в зависимости от водоотдачи мокрого цеолита и скорости фильтрации.

- Перед началом пропуска радиоактивной воды, слой цеолита в кюветке «Е» замачивается дождевой водой, для создания условий постоянной водоотдачи.

Скорость фильтрации воды от цикла к циклу снижается, т.к. поверхность гранул цеолита разбухает, мельчайшие частицы (пылеватые  $d < 1$ мм) отделяются от гранул и способствуют слипанию гранул между собой и кольматации дренажных отверстий.

- На цеолит подавалась приготовленная радиоактивная вода коричневого цвета, а после фильтрации через слой цеолита вода дренирует бесцветная, немного белесая от вымытых частиц цеолита.
- После фильтрации и полной водоотдачи, дно кюветки «Е» с цеолитом протирается (осушается) сухой хлопчатобумажной салфеткой и фиксируется общая масса кюветки с влажным цеолитом.
- Активность исследуемой пробы цеолита проверяется на радиометре РУБ-01П6 для мокрого (влажного) цеолита прямо в кюветке «Е» (пластмассовая сетка с поверхности не снимается), после каждого цикла фильтрации, для чего кюветка «Е» размещается на выступе для блока детектирования в измерительном контейнере кюветка «Маринелли».
- Цеолит из кюветки «Е» не извлекался и не высушивался в течении всего опыта (6-ти циклов).
- Активность дренажной воды в настоящем опыте не измерялась.
- Для определения адсорбирующей способности цеолита измерялась активность высушенного цеолита после 6-ти циклов фильтрации.
- Высушенный цеолит подготавливался для определения активности, точно так, как в начале опыта, и активность измерялась на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской 100г.

Основные условия проведения опыта 21 и результаты изменения активности мокрого цеолита, после каждого цикла фильтрации радиоактивной воды, приведены в **таблице 3.21**.

#### *Выводы к опыту 21.*

1. Скорость фильтрации через слой гранулированного цеолита (без примесей) быстро снижается в процессе неоднократного пропуска воды.
2. Радиоактивная вода коричневой окраски, фильтруясь через слой цеолита, становится бесцветная, белесой от мельчайших частиц цеолита.

В опытах 9-2 (см. Часть III. 3.1), при длительном отстаивании в покое, радиоактивная вода была коричневого цвета в начале опыта, к концу опыта обесцветилась, а окраска скоагулировалась в коричневые хлопья и осела на дно, следовательно цеолит поглощает окраску (коагулирует ее мгновенно), и вместе с этой окраской воды, т.е. с мельчайшими дисперсными частицами в воде, адсорбируются радионуклиды на поверхности вымытых частиц цеолита.

3. Цеолит полностью задержать радионуклиды не может, даже по той причине, что в процессе дренирования воды от поверхности гранул цеолита отрываются мельчайшие частицы самого цеолита и уносятся вместе с водой. Цеолит при многократной (беспрерывной) фильтрации воды измельчается.

- В начале опыта, общая масса сухого цеолита без кюветки «Е» составила 200г.
- После 6-ти циклов подачи радиоактивной воды:
- Масса сухого цеолита  $d \leq 1,2$  мм – 22грамма
- Масса сухого цеолита  $d > 1,2$  мм – 167грамма
- Потери массы цеолита при промывке составили:  $(214,8\text{г} - 207,05\text{г}) = 7,75\text{г}$ .

- Потери массы цеолита при пересыпании, и искусственном рыхлении составили:  $207,05\text{г} - (22\text{г} + 167\text{г} + 14,8\text{г}) = 3,25\text{г}$

- Процент измельчения цеолита составил:

$$\frac{22 + 7,75 + 3,25}{200} \cdot 100 = \frac{33}{200} \cdot 100 = 16,5\%$$

4. Цеолит адсорбирует радионуклиды цезия-137 на поверхности гранул из проточной воды, но для ускорения фильтрации следует провести опыт образую смеси цеолита с мелким гравием. См. Часть III. 3.12, опыт 21-1.

Таблица 3.21.- Изменение активности слоя 4 см гранулированного цеолита d=2-5 мм, после фильтрации через него радиоактивной воды.  
(Цеолит - d=2-5 мм; кюв. «Е» = 14,8 г).

Дата опред. актив.	№ цикла филь-трации.	Масса кювет. «Е» с цеолитом в нач. цикла. г.	Пропускаемая вода.		Время филь-трации. мин.	Объем филь-трации. г	Масса кювет. «Е» с мокрым цеолитом в конце цикла. г	Активность пробы мокрого цеолита						
			Тип. Бк/л	Мас-са. г.				Навес-ка. г.	Мас-са н.гр. г.	Фон. Бк	Актив-ность навес-ки. Бк	Удельная актив-ность, Бк/кг		Измен. ⊕ — Бк/кг
												В кюв. «Е».	«Мари-нел-ли» гр.13 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10.02.07	Начало	314,15	-	-	-	-	314,15	100	30,67	70,4	84,05	-	136,7	-
	Начало	214,8	-	-	-	-	214,8	200	30,67	70,4	83,07	63,35	95,03	
Через слой цеолита профильтровалась дождевая вода с шипением.														
10.02.07	Цикл 1	214,8	дожде-вая рад. 0	400	75	234,3	380,5	365,7	-	70,4	87,05	45,5	68,25	
Через слой цеолита профильтровалась радиоактивная вода h=0,7-0,8 см.														
10.02.07	Цикл 2	380,15	рад. 98,4	100	125	100,15	380	365,2	-	70,4	92,19	59,7	89,50	+21,25
12.02.07	Цикл 3	377,9	рад. 98,4	100	230	97,85	380,05	365,25	-	70,4	91,85	58,7	88,10	-1,4
12.02.07	Цикл 4	377,9	Рад. 98,4	100	350	97,9	380	365,2	-	70,4	98,20	76,12	114,20	+26,08
13.02.07	Цикл 5	377,8	Рад.98,4	100	ночь	97,8	380	365,2	-	70,4	103,2	89,81	134,7	+20,52
14.02.07	Цикл 6	377,8	Рад.98,4	100	ночь	97,8	380	365,2	-	70,4	107,7	102,14	153,2	+18,50
Цеолит в кюв. «Е» сушился на батарее 5 суток после цикла 6-ть. Слипшийся цеолит осторожно порыхлили, сито 2-5 мм.														
19.02.0	Цикл 7	207,5	-	-	-	-	207,5	192,7	29,5	70,4	111,4	212,8	319,1	+224,0

7														7
Сухой, разрыхленный цеолит, после 6-ти поливов радиоактивной водой, в кюв. «Маринелли» навеской -100 г.														
19.02.0 7	Цикл 7	314,15	-	-	-	-	314,5	100	29,5	70,4	113,4	-	430	+293,3

**ОПЫТ 21-1. Изменение активности слоя из смеси цеолита  $d=2\div 5$  мм (150г) и щебня  $d=2\div 5$  мм (100г) при фильтрации радиоактивной воды. (Слой воды  $0,7\div 0,8$ см;  $4\div 10$ см).**

*Исходные данные к опыту 21-1.*

Опыт 21-1 по изучению свойств смеси (цеолит – щебень) на способность адсорбировать цезия-137 из радиоактивной воды, проводился в комнатных условиях при пропуске через слой смеси, специально приготовленной в лабораторных условиях, радиоактивной воды.

Для опыта 21-1 использовалась сухая смесь (цеолит – щебень), соответственно в соотношении компонентов 1,5: 1.

- Гранулированный цеолит массой 150г, с диаметром гранул  $2\div 5$ мм, приготовлен из цеолитосодержащего трепела, Хотынецкого месторождения, Орловской области, в лабораторных условиях способом подробно описанным в опыте 21.

- Россыпь мелкого гранитного щебня массой 100г, для получения щебня диаметром 2-5 мм, просеян через сито диаметром 5 и 2 мм.

В качестве емкости, для засыпки смеси и создания слоя глубиной 3,5 см, использовалась пластмассовая кюветка «Е». Для оттока дренажной воды в дне кюветки «Е» просверлено 41 отверстие диаметром 5 мм каждое. Масса пустой кюветки «Е» - 16,2 г.

- Приготовленные компоненты смеси смешивались и засыпались в кюветку «Е».

Схема засыпки приготовленной смеси в кюветку «Е», аналогична схеме при промывке радионуклидов цезия-137 из суглинистого грунта, см. **рис. 3.25 (Часть III.3.11, опыт 25).**

Через слой смеси пропускалась (фильтровалась) радиоактивная вода, приготовленная в лабораторных условиях. Способ приготовления ее подробно описан в опыте 21.

*Цель проведения опыта 21-1.*

- Изучение способности смеси «цеолит-щебень» слоем 3,5 см адсорбировать радионуклиды цезия-137 из фильтрующейся воды, с учетом повышения скорости фильтрации.

*Условия проведения опыта 21-1.*

Подготовка, засыпка исследуемой смеси «цеолит-щебень» массой 250г в кюветку «Е», пропуск радиоактивной воды через слой смеси и определение активности мокрой (влажной) пробы и дренажной воды, проводились в определенной последовательности, после каждого полива, независимо от количества и радиоактивности воды.

1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы смеси «цеолит-щебень» в кюветку «Е».

- Подготовленные и высушенные компоненты смеси перемешивались и упаковывались в полиэтиленовый мешок для охлаждения в комнатных условиях, в течении 2 суток.

Общая масса пробы 250г содержит 150г гранулированного цеолита, диаметр гранул 2÷5 мм и 100г мелкого гранитного щебня, диаметр гранул тоже 2÷5 мм.

- Подготовленная и охлажденная смесь (цеолит - щебень) засыпается в кюветку «Е» ровным слоем по схеме, представленной на рис. 3.25.(Часть Ш.3.11, опыт 25).

- Первоначальная активность сухой смеси определяется на радиометре РУБ-01Пб, прямо в кюветке «Е», для этого кюветку «Е» со смесью помещают в измерительный контейнер кюветка «Маринелли» на выступе для блока детектирования. Общая масса навески 266,2г, (масса смеси – 250г + масса пустой кюветки «Е» – 16,2г).

- Выравнивание поверхности смеси и уплотнение ее в кюветке «Е» проводилось так же, как для цеолита без примеси в опыте 21.

2. Пропуск (фильтрация) радиоактивной воды через 3,5 см слой смеси, сбор дренажной воды и определение активности влажной (мокрой) смеси и дренажной воды.

- Пропуск радиоактивной воды через слой смеси (цеолит – щебень) в кюветке «Е» проводился по методике аналогичной промывки суглинистого грунта от радионуклидов в опыте 25.

Способы подачи воды и сбор дренажной воды аналогичны и подробно изложены в опыте 25 (см. Часть Ш.3.11).

- Радиоактивная вода в опыте 21-1 подается на слой влажной смеси поливной нормой по 100г, 450г, 1000г, создавая слой воды на ее поверхности (0,7÷10,0) см.

- Приготовленная радиоактивная вода с активностью 106,7 Бк/л, начиная с цикла фильтрации 8, пропускается через слой смеси 3 раза (см. таблица 3.21-1; циклы 8, 9, 10). Активность дренажной воды равняется – «О» после цикла 10.

- После фильтрации и полной водоотдачи, дно кюветки «Е» со смесью протирается (осушается) сухой хлопчатобумажной салфеткой и фиксируется общая масса кюветки с влажной смесью.

- Активность пробы цеолита проверяется так же, как в опыте 21, на радиометре РУБ-01Пб, для влажной смеси, прямо, в кюветке «Е» (пластмассовая сетка с поверхности не снимается), после каждого цикла фильтрации.

- Грунт из кюветки «Е» не извлекается и не высушивается в течении всего опыта (10-ти циклов).

- Для определения адсорбирующей способности смеси измерялась активность дренажной воды после цикла фильтрации 10.

Основные условия проведения опыта 21-1 и результаты изменения активности мокрой смеси, после каждого цикла фильтрации, и сухой смеси, в начале и в конце опыта, приведены в таблице 3.21-1.

*Выводы к опыту 21-1.*

- Скорость фильтрации уменьшается при многократной подачи воды от цикла к циклу, независимо от объема подачи воды.
- Цеолит кальмативирует стеклохолст.
- Радионуклиды цезия-137 задерживаются, адсорбируются на смеси «цеолит – щебень» и при соотношении компонентов соответственно 1,5:1.
- Для корректировки скорости фильтрации через смесь проводился опыт 21-3 с увеличенным диаметром щебня.

Таблица 3.21.-1. Изменение активности слоя 3,5 см смеси гранулированного цеолита d=2÷5 мм и щебня d=2÷5 мм, при пропуске радиоактивной воды. (Смесь в кюв. «Е»; цеолит – 150г; щебень – 100г).

Дата определения активности.	№ цикла фильтрации.	Масса кюв. «Е» со смесью в нач. цикла. г	Пропускаемая вода		Время фильтрации. мин	Объем фильтрации. г	Масса кюв. «Е» со смесью в конце цикла. г	Активность пробы мокрой смеси					
			Тип. и Бк/л	Масса. г				Навеска. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность, Бк/кг		Изменение. ⊕ — Бк/кг
											В кюв. «Е»	«Маринелли» гр.12 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сухая смесь цеолит 150г + щебень 100 г.													
14.02.07	Начало	266,2	-	-	-	-	266,2	250	70,4	98,15	111	166,5	-
Через слой смеси профильтровалась дождевая вода (с шипением).													
14.02.07	Цикл 1	266,2	дожд.	600	20	466,2	400	383,8	70,4	109,07	100,8	151,1	-15,4
Через слой смеси профильтровалась радиоактивная вода слоем 0,7÷0,8 см													
14.02.07	Цикл 2	398,2	рад. 98,4	100	40	98,2	400	383,8	70,4	112,7	110,2	165,3	+14,2
14.02.07	Цикл 3	398,2	рад. 98,4	100	55	98,2	400	383,8	70,4	117,3	122,2	183,3	+18,0
15.02.07	Цикл 4	399,2	рад. 98,4	100	65 ночь	99,2	400	383,8	70,4	112,3	109,2	163,8	-19,5
15.02.07	Цикл 5	398,7	рад. 106,7 Мутная	100	145	98,7	400	383,8	70,4	122,3	136,0	204,0	+40,2
16.02.07	Цикл 6	398,8	рад. 106,7 Мутная	100	200 ночь	98,8	400	383,8	70,4	128,7	151,9	227,9	+23,9
Через слой смеси профильтровалась радиоактивно-слабая вода слоем 3 ÷5 см													
16.02.07	Цикл 7	398,1	дождевая + дренаж (желтая из цикла 5 и 6)	178 278	285	454,1	400	383,8	70,4	125,4	143,3	215,0	-12,9
Через слой смеси профильтровалась радиоактивная вода слоем 10 см.													
17.02.07	Цикл 8	398,1	рад. 106,7	620									

продолжение таблицы 3.21-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			+дренаж (цикла 7)	380	350 ночь	998,1	400	383,8	70,4	140,4	182,4	273,6	+58,6
20.02.07	Цикл 9	397,8	дренаж (цикла 8)	1000	480	997,8	400	383,8	70,4	152,3	213,4	320,1	+46,5
Через слой смеси профильтровалась радиоактивная вода слоем 0,7 ÷ 0,8 см 3 раза.													
21.02.07	Цикл 10	398,8	рад. 34,7	100	60								
			рад. 34,7	100	180								
			рад. 34,7	100	270	298,8	400	383,8	70,4	156,2	223,7	335,5	+15,4
21.02.07	Цикл 10	Проверка дренажной воды после цикла 10											
						198,8	-	200	70,4	67,8	0	0	0

**ОПЫТ 21-3. Изменение активности смеси (цеолит – щебень), массой 220г,  $d=2\div 5$  мм и щебня массой 130г,  $d=5\div 7$  мм, уложенных кольцами слоем 3,5см в кюветке «Е», при пропуске радиоактивной воды.**

*Исходные данные к опыту 21-3.*

В опыте 21-3 изучались свойства цеолита на способность адсорбировать цезия-137 из радиоактивной воды при пропуске через слой смеси (цеолит – щебень) и чистого щебня, уложенных друг относительно друга чередующимися кольцами в виде 2-х компонентов:

1- Смесь («цеолит – щебень» в соотношении 1,5:1) общей массой 220г, с диаметром гранул  $2\div 5$ мм.

2- Россыпь мелкого, гранитного щебня, общей массой 130г, с диаметром гранул  $5\div 7$ мм.

Место отбора, качество и способ приготовления гранулированного цеолита и щебня такие же, как в опыте 21-1.

В качестве емкости, для засыпки смеси и россыпи щебня чередующимися между собой кольцами, при глубине засыпки 3,5 см, использовалась пластмассовая кюветка «Е». Для оттока дренажной воды в дне кюветки «Е» просверлено 41 отверстие диаметром 5 мм каждое. Масса пустой кюветки «Е» - 14,8 г.

Схема засыпки 2-х компонентов в кюветку «Е», чередующимися кольцами (вид в плане, сверху), представлен на **рис. 3.21-3**.

Общая схема засыпки, приготовленной смеси и россыпи щебня, в кюветку «Е», аналогична схеме при промывке радионуклидов цезия-137 из глинистого грунта, **см. рис. 3.25 (Часть III.3.11, опыт 25)**.

Через слой засыпки пропускалась (фильтровалась) радиоактивная вода, приготовленная в лабораторных условиях. Способ приготовления ее подробно описан в опыте 21.

*Цель проведения опыта 21-3.*

- Изучение способности цеолита адсорбировать радионуклиды цезия – 137 из фильтрующейся воды с повышенной скоростью, через слой засыпки 3,5 см чередующимися кольцами россыпи щебня и смеси «цеолит – щебень».

*Условия проведения опыта 21-3.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы массой 350г в кюветку «Е», пропуск радиоактивной воды и определение активности мокрой (влажной) смеси и дренажной воды, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла фильтрации, независимо от количества и радиоактивности воды.

1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы в кюветку «Е».

- Подготовленные и высушенные компоненты пробы, смесь «цеолит – щебень» и россыпь щебня, отдельно друг от друга упаковываются в полиэтиленовые мешки, для охлаждения в комнатных условиях в течении 2 суток.

- Засыпка компонентов пробы в кюветку «Е» (220г – смесь «цеолит – щебень» с диаметром гранул 2÷5мм и 130г россыпи мелкого щебня, с диаметром гранул 5÷7мм) и размещение их производится, в виде чередующихся колец по радиусу емкости, в соответствии со схемой представленной на рис. 3.21-3. Ширина кольца в плане 2÷4 см, засыпка по кольцу осуществлялась с помощью пластмассовых сферических перегородок. Перегородки вырезались из цилиндрических пластмассовых емкостей диаметром 10см, высотой 4,0 см. После заполнения кюветки «Е» исследуемой пробой, перегородки удаляются.

- Исследуемая проба засыпается в кюветку «Е» ровным слоем – 3,5 см, в соответствии со схемой представленной на рис. 3.25 (см. Часть III.3.11, опыт 25).

- Выравнивание поверхности смеси и уплотнение ее в кюветке «Е» проводилось так же, как для цеолита без примеси в опыте 21.

- Подготовленная и засыпанная в кюветку «Е» сухая исследуемая проба проверялась на активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской 364,8 г (общая масса исследуемой пробы 350г + масса пустой кюветки «Е» 14,8г).

## 2. Пропуск (фильтрация) радиоактивной воды через 3,5 см слой смеси, сбор дренажной воды и определение активности влажной (мокрой) смеси и дренажной воды.

- Пропуск радиоактивной воды через слой исследуемой пробы в кюветке «Е» проводится по методике аналогичной промывки суглинистого грунта от радионуклидов в опыте 25.

Способы подачи воды и сбор дренажной воды аналогичны и подробно изложены в опыте 25 (см. Часть III.3.11).

- Перед началом пропуска радиоактивной воды, исследуемая проба в кюветке «Е» замачивается дождевой водой, для создания условий постоянной водоотдачи (см. таблицу 3.21-3).

- Радиоактивная вода в опыте 21-3 подается на слой влажной пробы поливной нормой по 400÷500г, создавая слой воды на ее поверхности 4÷5 см.

- Приготовленная радиоактивная вода с активностью 80,4 Бк/л, начиная с 6-го цикла фильтрации, пропускалась через слой смеси 3-и раза (см. таблица 3.21-3; циклы 6, 7, 8). Активность дренажной воды после 8-го цикла фильтрации уменьшилась на 6,4 Бк/л.

- Активность исследуемой влажной пробы к 8-му циклу увеличилась незначительно, только на 22,9 Бк/кг..

- Скорость фильтрации очень большая и радионуклиды из воды почти не задерживаются в слое исследуемой пробы.

- Всего проведено 8-мь поливов по 2-3 фильтрационных цикла в сутки.

- После фильтрации и полной водоотдачи, дно кюветки «Е» с исследуемой пробой протирается (осушается) сухой хлопчатобумажной салфеткой и фиксируется их общая масса.
- Активность пробы проверяется так же, как в опыте 21, на радиометре РУБ-01Пб, для влажной пробы, прямо, в кюветке «Е» (пластмассовая сетка с поверхности не снимается), после каждого цикла фильтрации.
- Грунт из кюветки «Е» не извлекается и не высушивается в течении всего опыта (8-ми циклов).
- Для установления адсорбирующей способности пробы измерялась активность дренажной воды.

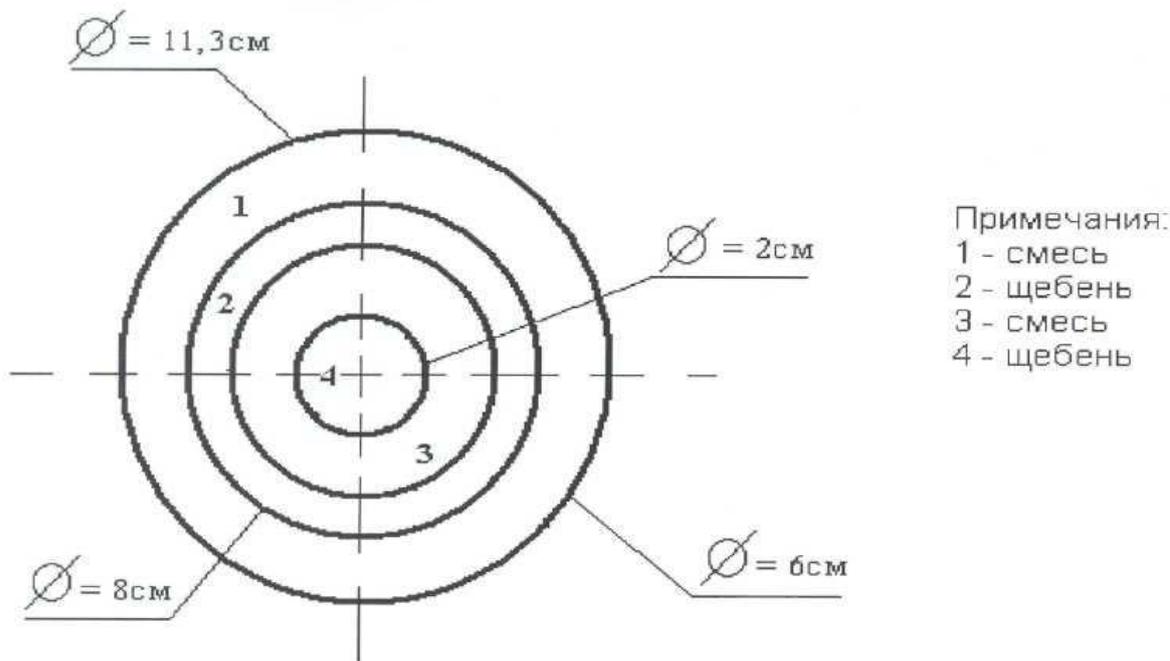
Основные условия проведения опыта 21-3 и результаты изменения активности мокрой пробы, после каждого цикла фильтрации, и сухой смеси, в начале и в конце опыта, приведены в **таблице 3.21-3.**

#### *Выводы к опыту 21-3.*

Скорость фильтрации остается постоянной при непрерывной подаче воды, но после длительного перерыва уменьшается.

При возобновлении подачи, скорость фильтрации постепенно начинает увеличиваться.

- Радионуклиды цезия-137 задерживаются на поверхности гранул цеолита, очень слабо.
- Цеолит и щебень засыпанные в кюветку «Е», в виде чередующихся колец, перемешиваются между собой в процессе промывки.



**Рис. 3.21-3** Общая схема чередующихся колец россыпи щебня и смеси «цеолит-щебень»

Таблица 3.21.-3. Изменение активности смеси «цеолит – щебень» d=2 ÷ 5 мм и россыпи щебня d=5 ÷ 7 мм, засыпанных в кюветку«Е» чередующимися кольцами, слоем - 3,5 см, при пропуске радиоактивной воды. (Россыпь в кюв. «Е»: цеолит – 100г, щебень – 130г).

Дата определения активности.	№ цикла фильтрации.	Масса кюв. «Е» со смесью в нач. цикла. г.	Пропускаемая вода		Время фильтрации. мин.	Объем фильтрации. г	Масса кювет. «Е» со смесью в конце цикла. г	Активность пробы мокрой смеси					
			Тип. и Бк/л	Масса. г.				Навеска г.	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность, Бк/кг		Изменение ⊕ — Бк/кг
											В кюв. «Е»	«Маринелли» гр.12 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сухая россыпь чередующимися кольцами общим слоем 3,5 см													
27.02.07	Начало	364,8	-	-	-	-	364,8	350	70,4	139,5	197,4	296,1	-
Через слой россыпи пропустили дождевую воду слоем 1-10 см													
27.02.07	Цикл 1	364,8	дожд.	200	момент.	88							
			дренаж	88	момент.	88							
			дренаж	80	1	76							
			дренаж	76	2	80							
			дренаж	80	2	81							
			дожд.+ дренаж	181	3	169							
			дренаж	169	6	190							
			дренаж	190	7	174							
			дожд.+ дренаж	500	10	480							
			дожд.+ дренаж	1000	20	1060	440	425,2	70,4	145,2	175,9	263,9	-32,2
Через слой россыпи пропустили радиоактивную воду слоем 5 см													
27.02.07	Цикл 2	439,1	рад. 34,7	500	30	499,1	440	425,2	70,4	144,7	174,7	262,1	-1,8
27.02.07	Цикл 3	439,4	дренаж цикла 2	472,3	30	471,7	440	425,2	70,4	149,1	185,1	277,6	+15,5
27.02.07	Цикл 3	Проверка активности дренажной воды после цикла 3											
						471,7	-	200	70,4	74,8	-	22	-12,7

продолжение таблицы 3.21-3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3.03.07	Цикл 4	435,2	рад. 84,03	500	60	495,2	440	425,2	70,4	151,5	190,7	286,1	+8,5
3.03.07	Цикл 5	439,6	дренаж цикла 4	460	30	459,6	440	425,2	70,4	158,6	208,4	312,6	+26,5
3.03.07	Цикл 5.	Проверка активности дренажной воды после цикла 4 и 5											
						459,6	-	200	70,4	81,74	-	56,7	-27,3
3.03.07	Цикл 6	439,8	рад. 80,4	500	30	499,8	440	425,2	70,4	157,9	205,8	308,7	-3,9
3.03.07	Цикл 7	439,1	дренаж цикла 6	450	10	449,1	440	425,2	70,4	160,2	211,2	316,8	+4,2
3.03.07	Цикл 8	438,9	дренаж цикла 7	423	10	421,9	440	425,2	70,4	165,5	223,7	335,5	+22,9
5.03.07	Цикл 8	Проверка активности дренажной воды после цикла 6, 7, 8											
						421,9	-	200	70,4	85,2	-	74	-6,4

**ОПЫТ 21-4. Изменение активности смеси цеолита  $d=2\div 5$  мм (100г) и щебня  $d=5\div 7$  мм (200г) слоем 3,5 см, при пропуске радиоактивной и чистой воды слоем  $5\div 10$  см, выпаривание.**

*Исходные данные к опыту 21-4.*

В опыте 21-4 изучались свойства цеолита на способность адсорбции и десорбции цезия-137 при пропуске через 3,5 см слой смеси «цеолит – щебень» соответственно радиоактивной или чистой воды. Опыт проводился в комнатных условиях с приготовленной смесью, общей массой 300г, состоящей из 2-х компонентов:

1- Гранулированный цеолит массой 100г, с диаметром гранул  $2\div 5$ мм.

2- Россыпь мелкого, гранитного щебня общей массой 200г, с диаметром гранул  $5\div 7$ мм.

Место отбора, качество и способ приготовления гранулированного цеолита и щебня такие же, как в опыте 21-1.

В качестве емкости, для засыпки смеси и создания слоя глубиной 3,5 см, использовалась пластмассовая кюветка «Е». Для оттока дренажной воды в дне кюветки «Е» просверлено 41 отверстие диаметром 5 мм каждое. Масса пустой кюветки «Е» - 17,1 г.

Схема засыпки смеси в кюветку «Е», аналогична схеме при промывке радионуклидов цезия – 137 из суглинистого грунта, см. рис. 3.25 (Часть Ш.3.11, опыт 25)

Через слой смеси «цеолит – щебень» пропускалась (профильтовалась) радиоактивная вода, приготовленная в лабораторных условиях. Способ приготовления ее подробно описан в опыте 21.

При промывке смеси «цеолит – щебень» от радионуклидов цезия-137, через 3,5 см слой пробы в кюветку «Е» пропускалась чистая вода разного качества: дистиллированная, водопродонная, дождевая, снеговая и снеговая вода + КСl.

*Цель проведения опыта 21-4.*

- Изучение способности цеолита, в предложенной смеси «цеолит – щебень», адсорбировать цезий-137 из фильтрующейся радиоактивной воды, при увеличенной скорости фильтрации, за счет увеличенного диаметра щебня, по сравнению с опытом 21-1.

- Изучение способности цеолита, в предложенной смеси, к очистке цеолита от радионуклидов цезия-137 при пропуске чистой воды через слой смеси.

- Изучение влияния выпаривания воды из смеси «цеолит – щебень» слоем 3,5 см, на испарение радионуклидов цезия-137, с поверхности затопленной смеси.

#### *Условия проведения опыта 21-4.*

Подготовка, засыпка смеси «цеолит – щебень» массой 300г в кюветку «Е», пропуск радиоактивной и чистой воды, выпаривание воды из затопленной смеси и проверка активности мокрой (влажной) пробы и дренажной воды, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла фильтрации (или выпаривания), независимо от количества и радиоактивности пропущенной воды.

#### 1. Подготовка и засыпка исследуемой смеси «цеолит – щебень», в кюветку «Е».

- Подготовленные и высушенные компоненты смеси перемешивались и упаковывались в полиэтиленовый мешок для охлаждения в комнатных условиях, в течении 2 суток.

Общая масса смеси «цеолит – щебень» - 300г. Количественное соотношение 1:2 цеолита (100г, с  $d = 2 \div 5$ мм) и щебня (200г, с  $d = 5 \div 7$ мм) в общей массе смеси и диаметр гранул подобраны такие же, как в опыте 21-3, учитывая созданные хорошие фильтрационные свойства этой смеси и то, что в процессе опыта 21-3 цеолит и щебень в вертикально засыпанных слоях (кольцах) постепенно перемешиваются между собой.

- Подготовленная и охлажденная сухая смесь «цеолит – щебень» засыпается в кюветку «Е» ровным слоем по схеме, представленной на **рис. 3.25 (см. Часть III.3.11, опыт 25).**

- Первоначальная активность сухой смеси определяется на радиометре РУБ-01Пб в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской 317,1 г (общая масса смеси 300г + масса пустой кюветки «Е» 17,1г).

- Выравнивание поверхности смеси и уплотнение ее в кюветке «Е» проводилось так же, как для цеолита без примеси в опыте 21.

#### 2. Пропуск (фильтрация) радиоактивной и чистой воды через 3,5 см слой смеси, сбор дренажной воды и определение активности влажной смеси и дренажной воды проводились в настоящем опыте, по аналогии с опытом 21-1.

#### 3. Очистка смеси «цеолит – щебень» от радионуклидов цезий-137 методом выпаривания (удаление радионуклидов цезия-137 вместе с испарившейся водой) и определение активности смеси после выпаривания.

Выпаривание радионуклидов проводилось с предварительной замочкой смеси под слоем воды 1 см (см. таблица 3.21-4, циклы 26,28) и без замочки (циклы 27, 30,31).

Предварительной замочке смесь «цеолит – щебень», подвергалась в 2-х состояниях влажности исследуемой пробы:

- проба – во влажном состоянии массой 397г (см. цикл 26, 28);

- проба – в абсолютно сухом состоянии массой 317,1г, 301,8г (см. циклы 30,31).

**Продолжительность и способ предварительной замочки во всех циклах выпаривания разные см. таблицу 3.21-4:**

- **Цикл 26** – продолжительность замочки 1 час.

Влажная проба массой 397г раскладывалась слоем 1 см в дополнительной пластмассовой площадке  $d = 15$  см (большого размере, чем кюветка «Е») и затапливалась дистиллированной водой слоем 1 см.

- **Цикл 27** – замочка отсутствует.

- **Цикл 28** – продолжительность замочки 24 часа.

Влажная проба массой 397г вместе с кюветкой «Е» погружалась в емкость с дистиллированной водой на глубину 1 см, при погружении смеси под воду, вода имела повышенную температуру  $35^{\circ}\text{C}$ .

- **Цикл 29, 30** – продолжительность замочки 15 часов.

Сухая проба массой 317,1г (301,8г) вместе с кюветкой «Е» погружалась в емкость с дистиллированной водой на глубину 1 см.

**Сушка (выпаривание) пробы после замочки и определение активности высушенной пробы.**

- **Цикл 26** – сушка на стабилизаторе,  $t = 50^{\circ}\text{C}$ .

Сушка пробы проводилась вместе с залитой водой, в площадке  $d = 15$ см, до полного высыхания. Масса смеси вместе с кюветкой «Е», после сушки – 304,5г.

Высушенная и разрыхленная смесь на радиометре РУБ -01П6 проверялась на активность трижды:

1. Сухая, разрыхленная проба в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой – 200г.
2. Сухая, разрыхленная проба массой 304,5г плюс 12,6г дистиллированной воды, в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой – 317,1г (масса смеси 300г + масса пустой кюветки «Е» 17,1г).
3. Сухая, разрыхленная проба, массой 317,1г плюс 79,9г дистиллированной воды (влажная проба в кюветки «Е» массой 397г), в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой – 397 (масса смеси 379,9г + масса пустой кюветки «Е» 17,1г).

Сухая, разрыхленная смесь засыпанная в кюветки «Маринелли» и «Е» разравнивалась и уплотнялась методом постукивания дном кюветки о пачку газет по 110раз.

- **Цикл 27** – сушка на стабилизаторе,  $t = 50^{\circ}\text{C}$ .

Сушка влажной пробы в кюветке «Е» общей массой 397г проводилась до полного высыхания. Общая масса смеси с кюветкой «Е», после сушки – 305,3г.

Высушенную прямо в кюветке «Е» смесь не рыхлили и не высыпали из нее. Активность смеси определяли на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» дважды, с навеской 317,1г и 397г. (Масса смеси + масса пустой кюветки «Е» + дистиллированная вода).

- **Цикл 28** – сушка на стабилизаторе,  $t = 50^{\circ}\text{C}$ .

Сушка мокрой пробы в кюветке «Е» общей массой 590г проводилась до полного высыхания. Общая масса смеси с кюветкой «Е», после сушки – 315,9г.

Высушенную прямо в кюветке «Е» смесь не рыхлили и не высыпали из нее. Активность смеси определяли на радиометре РУБ-01П6 так же, как для цикла 27, с навеской 317,1г.

- **Цикл 29(30)** – сушка на электрокалорифере,  $t = 65-70^{\circ}\text{C}$ .

Сушка мокрой пробы массой 1157г (942г) проводилась в кюветке «Е» погруженной в дополнительный сосуд с дистиллированной водой. Воду не сливали перед сушкой.

Общая масса смеси с кюветкой «Е», после сушки – 301,8г (300,9г).

Высушенную прямо в кюветке «Е» смесь не рыхлили и не высыпали из нее. Активность смеси определяли на радиометре РУБ-01П6 так же, как для цикла 27, с навеской 301,8г и 300,9г.

Основные условия проведения опыта 21-4 и результаты изменения активности мокрой и сухой смеси «цеолит – щебень», после каждого цикла фильтрации радиоактивной и чистой воды и после циклов выпаривания, приведены в **таблице 3.21-4**.

*Выводы к опыту 21-4.*

1. Фильтрация воды, через смесь «цеолит- щебень» (с диаметром гранул обоих составляющих подобных предыдущему опыту 21-3), при пропуске радиоактивной воды слоем до 5 см, уменьшилась в 2-3 раза, при пропуске чистой воды с добавлением 5г КС1 на каждые 0,5л воды, скорость фильтрации увеличилась в 2 раза, по сравнению с пропуском радиоактивной воды.

2. При промывке смеси от радионуклидов цезия-137 снеговой, водопроводной, дистиллированной водой слоем 5-10см, показатели активности пробы то увеличиваются, то уменьшаются.

В снеговой и водопроводной воде радионуклиды цезия обнаружить не удалось.

3. Выпаривание, после предварительной замочки смеси, снижает содержание цезия – 137 в пробе (см. таблица 3.21-4, циклы 23 и 26; 27).

4. Промывка снеговой и водопроводной водой продолжена в опыте 21-5 при увеличенном диаметре цеолита в смеси «цеолит – щебень».

Таблица 3.21.-4. Изменение активности смеси гранулированного цеолита – d=2÷5 мм и щебня d=5÷7 мм слоем 3,5 см при пропуске радиоактивной и чистой воды. (Смесь в кюв. «Е» : цеолит – 100г, щебень – 200г).

Дата определения активности.	№ цикла фильтрации.	Масса кюв. «Е» со смесью в нач. цикла. г	Пропускаемая вода		Время фильтрации. мин	Объем фильтрации. г	Масса кюв. «Е» со смесью в конце цикла. г	Активность пробы мокрой смеси					
			Тип. и Бк/л	Масса. г				Навеска. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность, Бк/кг		Изменение. ⊕ – Бк/кг
											В кюв. «Е»	«Маринелли» гр.12 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сухая смесь цеолит 100г и щебень 200 г в кювет. «Е»													
6.03.07	Начало	317,1	-	-	-	-	317,1	300	70,4	117,6	157,6	236,5	-
Через смесь пропустили чистую водопроводную воду													
6.03.07	Цикл 1	317,1	Водопр.	200	момент	69	-	-	-	-	-	-	-
			Водопр.	200	05	196x2	-	-	-	-	-	-	-
			Водопр.	500	10	508	-	-	-	-	-	-	-
			Водопр.	1000	30	952	-	-	-	-	-	-	-
			Водопр.	1000	60	1034	414	396,9	70,4	126,3	140,8	211,3	-25,3
Через мокрую смесь пропустили радиоактивную воду слоем 5 см ÷2 см													
6.03.07	Цикл 2	413,8	рад. 22,8	500	45	499,8	414	396,9	70,4	131,47	153,9	230,8	+19,5
9.03.07	Цикл 3	413,9	рад. 55,4	500	90	499,9	414	396,9	70,4	140,0	175,4	263,0	+32,8
			очень мутная										
12.03.07	Цикл 4	413,7	рад. 55,4	200	120	199,7	414	396,9	70,4	143,7	184,7	277,0	+14
12.03.07	Цикл 4		Проверка дренажной воды, после цикла 3										
						499,9	-	200	70,4	73,75	-	16,7	-
12.03.07	Цикл 4		Проверка дренажной воды, после цикла 4										
						199,7	-	200	70,4	70,61	-	1,05	-
Через мокрую смесь пропустили чистую воду слоем 5÷10 см													
12.03.07	Цикл 5	413,9	снегов.	500	20	444	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 5	444	30	430							
			снегов.	500	150	499,9	414	396,9	70,4	139,7	174,6	261,9	-15,1
15.03.07	Цикл 6	413,9	снегов.	500	90	499,9	414	396,9	70,4	142,4	181,4	272,1	+10,2
15.03.07	Цикл 7	413,1	водопров.	1000	40	999,1	414	396,9	70,4	148,2	196,0	294	+21,9
15.03.07	Цикл 8	414	водопров.	800	90	800	414	396,9	70,4	170,4	252	377,9	+83,9

продолжение таблицы 3.21-4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16.03.07	Цикл 9	414	дождев.	500	60	509	405	<b>387,9</b>	70,4	137,2	172,2	258,3	-
16.03.07	Цикл 10	404	дистил.	500	150	499	405	387,9	70,4	134,1	164,2	246,3	-12,0
16.03.07	Цикл 11	403,9	дистил.	1000	125	1003,9	400	<b>382,9</b>	70,4	140,9	184,1	276,2	+30,1
Через мокрую смесь пропустили дренажную воду цикла 11 слоем 5 см													
16.03.07	Цикл 12	403,9	дренаж цикла 11 +10 г KCl	510	30	513,9	400	382,9	70,4	136,7	173,2	259,7	-16,5
17.03.07	Цикл 12	Проверка дренажной воды после цикла 12 (вода с KCl)											
						513,9		200	70,4	75,63	-	26,2	-
Через мокрую смесь пропустили чистую воду слоем 5 см													
17.03.07	Цикл 13	397,6	снегов.	500	120	497,6	400	382,9	70,4	136,8	173,4	260,1	+0,4
Через мокрую смесь пропустили радиоактивную воду слоем 5 см													
19.03.07	Цикл 14	398,4	дренаж цикла 12 рад. 26,2	500	30	398,4	400	382,9	70,4	137,5	175,2	262,9	+2,8
Через мокрую смесь пропустили снеговую воду слоем 5 см													
21.03.07	Цикл 15	398,8	снеговая	500	10	440	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 15	440	30	438,8	400	382,9	70,4	138,7	178,4	267,6	+4,7
21.03.07	Цикл 16	Проверка снеговой воды цикла 15											
						438,8	-	200	70,4	67,4	-	0	-
19.03.07	Цикл 17	Проверка дренажной воды после цикла 14											
						398,4	-	200	70,4	73,38	-	14,9	-
21.03.07	Цикл 19	398	снеговая	500	60	500	398	<b>380,9</b>	70,4	135,6	171,2	256,8	-10,8
Через мокрую смесь пропустили снеговую воду + KCl, слоем 5 см													
22.03.07	Цикл 20	397	снегов. +5гр KCl	505	10	450	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 20	450	15	450	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 20	450	20	504	398	380,9	70,4	139,6	181,7	272,5	+15,7

продолжение таблицы 3.21-4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
22.03.07	Цикл 21	398	дистил. +5г KCl	505	60	446	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 21	446	70	500	398	380,9	70,4	143,7	192,4	288,7	+16,2
Смесь в кюв. «Е» опустили в дренажную воду цикла 21 на 2,5 часа, смесь потрясли с водой по кругу 3 мин (механическая промывка).													
28.03.07	Цикл 22	397	дренаж цикла 21	500	3÷5	500	397	379,9	70,4	141,2	186,3	279,5	-9,2
Через мокрую смесь пропустили радиоактивную воду с малой радиоактивностью													
28.03.07	Цикл 23	397	рад. 11.5	500	20	500	397	379,9	70,4	141,9	188,2	282,3	+2,8
Проверка удобрения KCl (сухие гранулы) на активность цезия - 137													
30.03.07	Цикл 24	-	-	-	-	-	-	200	70,4	535,8	-	2327	-
30.03.07	Цикл 25	397	дренаж цикла 23	450	40	450	397	379,9	70,4	141,3	186,6	279,9	-2,4
Предварительно замоченная смесь на 1 час дистиллированной водой, смесь 397 г рассыпана в специальной плошке d=15 см слоем 1 см, залита водой, сушилась на стабилизаторе до полного высыхания с 10.08.07г до 14.08.07г – (4 суток)													
15.08.07	Цикл 26	397	дистил.	200	-	-	304,5	200	70,4	133,7	-	316,3	-
15.08.07	Цикл 26	304,5	дистил.	12,6	-	-	317,1	300	70,4	127,4	190	285	-
15.08.07	Цикл 26	317,1	дистил.	79,9	-	-	397	379,9	70,4	125	143,7	215,6	-
Мокрая смесь 397 г без дополнительной замочки после цикла 26 в кюв. «Е» сушили на стабилизаторе до полного высыхания с 16.08.07г до 18.08.07 г - (2 суток)													
20.08.07	Цикл 27	397	-	-	-	-	305,3	-	-	-	-	-	-
20.08.07	Цикл 27	305,3	дистил.	10,8	-	-	317,1	300	70,4	126,3	186,3	279,5	-5,5
20.08.07	Цикл 27	317,1	дистил.	79,9	-	-	397	379,9	70,4	126	146,4	219,6	+4,0
Мокрая смесь 379г замочена на сутки талой 35° дистиллированной водой и в кюв. «Е» сушилась на стабилизаторе до полного высыхания с 21.08.07г до 24.08.07 г –(3 суток)													
27.08.07	Цикл 28	397	дистил. теплая 35°	200	-	-	315,9	-	-	-	-	-	-
27.08.07	Цикл 28	315,9	дистил.	1,2	-	-	317,1	300	70,4	130,5	200,3	300,5	+21
Сухую смесь в кюв. «Е» замочили на 15 часов в дистиллированной воде. Воду не сливаем, выпариваем на эл-калорифере до полного высыхания, сушка с 27.08.07 г до 30.08.07 г –(3 суток).													
2.09.07.	Цикл 29	317,1	дистил.	800	-	-	301,8	284,7	70,4	126,3	196,3	294,5	-6
18.09.07	Цикл 30	301,8	дистил.	600	-	-	300,9	283,8	70,4	124,2	189,6	284,4	-10,1
Сухая смесь в кюв. «Е» -300,9г лежала в полиэтиленовом мешке с 18.09.07 г до 21.04.08 г –(215 суток).													
21.04.08	Цикл 31	300,9	-	-	-	-	301,8	284,7	70,4	125,5	193,4	290,1	

**ОПЫТ 21-5. Изменение активности смеси цеолита  $d=5\div 7$  мм (100г) и щебня  $d=5\div 7$  мм (250г) слоем 3,5 см, при пропуске радиоактивной и чистой воды слоем  $3\div 5$  см.**

*Исходные данные к опыту 21-5.*

В опыте 21-5 изучались свойства цеолита на способность адсорбировать цезий-137 из радиоактивной воды или отдавать цезий-137 при пропуске, через 3,5 см слой смеси «цеолит – щебень», чистой воды. Опыт проводился в комнатных условиях с приготовленной смесью, общей массой 350г, состоящей из 2-х компонентов с одинаковым диаметром гранул.

1- Гранулированный цеолит массой 100г, с диаметром гранул  $5\div 7$  мм.

2- Россыпь мелкого, гранитного щебня массой 250г, с диаметром гранул -  $5\div 7$  мм.

- Место отбора, качество и способ приготовления гранулированного цеолита и щебня такие же, как в опыте 21-1.

- В качестве емкости, для засыпки смеси и создания слоя глубиной 3,5 см, использовалась пластмассовая кюветка «Е». Для оттока дренажной воды в дне кюветки «Е» просверлено 41 отверстие диаметром 5 мм каждое. Масса пустой кюветки «Е» - 14,0 г.

Схема засыпки смеси в кюветку «Е», аналогична схеме при промывке радионуклидов цезия – 137 из суглинистого грунта, см. **рис. 3.25 (Часть Ш.3.11, опыт 25)**

Через слой смеси «цеолит – щебень», пропускалась (профильтрована) радиоактивная вода, приготовленная в лабораторных условиях. Способ приготовления ее подробно описан в опыте 21.

- При промывке смеси «цеолит – щебень» от радионуклидов цезия-137, через 3,5 см слой пробы в кюветке «Е», пропускалась чистая дистиллированная вода, водопроводная, дождевая и снеговая вода с добавлением 10г KCl на каждые 500г воды.

*Цель опыта и условия проведения опыта 21-5 идентичны опыту 21-4.*

В опыте 21-5 проведено 32 цикла фильтрации радиоактивной и чистой воды.

Основные условия проведения опыта 21-5 и результаты измерения активности мокрой и сухой смеси в кюветке «Е» и активность дренажной воды, после каждого цикла фильтрации радиоактивной и чистой воды, приведены в **таблице 3.21-5**.

*Выводы к опыту 21-5.*

- Вода фильтруется, через смесь «цеолит- щебень» с диаметром гранул обоих составляющих  $5\div 7$  мм, почти мгновенно.

- Стеклохолст, прикрывающий дренажные отверстия в дне кюветки «Е», с истечением времени кальматируется мельчайшими частицами цеолита, что приводит к замедлению фильтрации.

- Радионуклиды цезия-137, при пропуске радиоактивной воды через смесь, задерживаются на поверхности гранул цеолита и при такой скорости фильтрации.
- При пропуске через слой смеси чистой воды происходит вымыв (смыв) радионуклидов цезия-137 задерживающихся на поверхности гранул смеси.

Таблица 3.21.-5. Изменение активности смеси гранулированного цеолита d=5÷7 мм и щебеня d=5÷7 мм, слоем 3,5 см при пропуске радиоактивной и чистой воды. (Смесь в кюветке «Е»: цеолит – 100г; щебень – 250г).

Дата определения активности.	№ цикла фильтрации.	Масса кюв. «Е» со смесью в нач. цикла. г.	Пропускаемая вода		Время фильтрации. мин.	Объем фильтрации. г	Масса кюв. «Е» со смесью в конце цикла. г	Активность пробы мокрой смеси					Изменение. ⊕ – Бк/кг
			Тип. и Бк/л	Масса. г				Навеска. г.	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность, Бк/кг		
											В кюв. «Е»	«Маринелли» гр.12 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сухая смесь цеолита 100г и щебня - 250 г в кюв. «Е»													
16.03.07	Начало	364	-	-	-	-	364	350	70,4	124,4	154,3	231,4	-
Через слой смеси пропустили дистиллированную воду слоем 5 см													
16.03.07	Цикл 1	364	дистил.	500	45	423	441	427	70,4	129,3	137,9	206,9	-24,5
Через слой смеси пропустили чистую водопроводную воду слоем 5 см x 2													
16.03.07	Цикл 2	440	водопроводная	500	4								
			водопроводная	500	5	999	441	427	70,4	129,3	137,9	206,9	+0
Через слой смеси пропустили снеговую воду + KCl слоем 5 см													
17.03.07	Цикл 3	439	снеговая +10 г KCl	510	10	539	441	427	70,4	130,2	140,0	210,1	+3,2
Смесь замочили на 2 суток в растворе снеговой воды + 10 г KCl (смесь в кюв. «Е» опустили в раствор).													
19.03.07	Цикл 4	441	снеговая +10 г KCl	510	-	-	441	427	70,4	130,9	141,7	212,5	+2,4
Через слой смеси пропустили радиоактивную воду слоем 5 см													
19.03.07	Цикл 5	439	рад. 79,6	500	10	498	441	427	70,4	139,6	162,1	243,1	+30,6
19.03.07	Цикл 5							Проверка дренажной воды после цикла 5					
						498	-	200	70,4	76,2	-	29	-50,6
20.03.07	Цикл 6	439,8	дренаж цикла 5	460	15	458,8	441	427	70,4	140,2	163,5	245,1	+2,0
21.03.07	Цикл 7							Проверка дренажной воды после цикла 6					
						458,8	-	200	70,4	70,6	-	1,0	-28
21.03.07	Цикл 9	440	рад. 79,0	300	7	300	440	<b>426</b>	70,4	145	175,1	262,6	+17,5
21.03.07	Цикл 10	437	дренаж цикла 9	285	7	282	440	426	70,4	147	179,8	269,7	+7,1

продолжение таблицы 3.21-5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21.03.07	Цикл 11	Проверка дренажной воды после цикла 10											
						282	-	200	70,4	72,48	-	10,4	-69
28.03.07	Цикл 13	434	рад. 11,5	500	2	-	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 13	415	2	-	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 13	415	3	494	440	426	70,4	143,2	170,9	256,3	-6,3
28.03.07	Цикл 15	434,5	Рад. 11,5	500	2								
			дренаж цикла 15	415 х 5 раз		499,5	435	<b>421</b>	70,4	139,7	164,6	246,9	-9,4
29.03.07	Цикл 16	Проверка дренажной воды после цикла 15											
						499,5	-	200	70,4	72,31	-	9,55	-
Через слой смеси пропустили чистую дистиллированную воду слоем 5 см													
29.03.07	Цикл 17	433,8	дистил.	500	01	445	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 17	455 х 2 раза		499	435	421	70,4	135,5	154,6	231,9	-15
29.03.07	Цикл 18	434	дистил. + водопровод.	320 180	01		434	<b>420</b>	70,4	138,6	162,3	243,7	+12,2
Через слой смеси пропустили чистую дистиллированную воду слоем 10 см													
2.04.07	Цикл 19	431	дистил.	1000	02	996	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 19	996 х 2 раза			434	420	70,4	137,9	160,7	241,1	-2,6
3.04.07	Цикл 20	432	дистил.	500	01	480	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 20	480 х 2 раза	10		434	420	70,4	138,2	161,4	242,1	+1,0
Смесь в кув. «Е» запечатанная в полиэтиленовый пакет хранилась в комнатных условиях с 3.04.07г до 20.06.07 г (77 суток)													
20.06.07	Цикл 21	412	Смесь под- сохла				412	<b>398</b>	70,4	131,4	153,3	229,9	-12,2 (цикл 20)
20.06.07	Цикл 22	412	дистил.	22	-	-	434	<b>420</b>	70,4	131,3	145,0	217,5	-24,6 (цикл 20)
Через слой смеси пропустили радиоактивную воду слоем 4-5 см х 5 раз													
20.06.07	Цикл 23	432	Рад. 78	400	01	398	434	420	70,4	140,1	165,9	248,9	+31,4

продолжение таблицы 3.21-5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
20.06.07	Цикл 24	432	дренаж цикла 23	398	01	-	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 24	378 x 4 раза	9,5	378	434	420	70,4	148,7	186,4	279,6	+30,7
22.06.07	Цикл 25	432	дренаж цикла 24	378	01	376	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 25	376x9 раз	26	288	434	420	70,4	150,6	191,0	286,4	+6,7
23.06.07	Цикл 26	Проверка дренажной воды после цикла 25											
						288	-	200	70,4	69,49	-	0	<b>-78</b>
25.06.07	Цикл 27	432	Рад. 78	450	05	447	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 27	447 x 10 раз	11,5	429	434	420	70,4	168,6	233,8	350,7	+64,3
27.06.07	Цикл 29	432	дренаж цикла 27	429	90	427	434	420	70,4	164,8	224,8	337,1	-13,6
Стеклохолст на дне кюв. «Е» заменили на пластмассовую сетку, т.к. дренирование замедлилось													
28.06.07	Цикл 30	434	Рад. 88,6	400	мгновен.	400	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 30	400 x 10 раз		378	422	<b>408</b>	70,4	132,4	151,9	228	-109
28.06.07	Цикл 31	415	дренаж цикла 30	378	мгнов.	-	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 31	368 x 9 раз	мгнов.	288	422	408	70,4	136,7	162,5	243	+15,0
30.06.07	Цикл 32	415	дренаж цикла 31	288	мгнов.	285	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 32	285 x 4 раза	мгнов.	255	422	408	70,4	129	143,6	215,4	-27,6

**ОПЫТ 21-6. Самоочищение цеолитовых кассет от накопившихся радионуклидов цезия – 137. (Кассеты из смеси: цеолит – 150г,  $d = 2 \div 5$  мм, щебень 100г,  $d = 1 \div 5$  мм).**

*Исходные данные к опыту 21-6.*

В опыте 21-6 изучались свойства увлажненной цеолитовой кассеты на способность отдавать радионуклиды при выпаривании из нее воды под действием солнечного тепла, в естественных природных условиях, и при сушке на обогревательных электроприборах, в комнатных условиях. Увлажнению и сушке подвергалась цеолитовая кассета приготовленная из смеси «цеолит – щебень» в соотношении компонентов соответственно 1,5:1.

Цеолитовая кассета – это приготовленная смесь, засыпанная в кюветку «Е» в соответствии со схемой засыпки, применяемой при промывке цезия-137 из сульфатного грунта в опыте 25, (см. рис. 3.25, Часть III.3.11, опыт 25).

В опыте 21-6 для приготовления кассеты использовалась сухая смесь «цеолит – щебень», оставшаяся в конце опыта 21-1 после цикла 10, общей массой 200г.

- В качестве емкости, (для приготовления цеолитовой кассеты) для засыпки смеси и создания слоя глубиной 3 см, использовалась та же пластмассовая кюветка «Е» из опыта 21-1 (масса пустой кюветки 18,4 г, в дне 41 дренажное отверстие, диаметром 5 мм каждое).

Для увлажненных цеолитовых кассет использовалась дистиллированная вода и дистиллированная вода с добавлением КС1 или аммиачной селитры.

*Цель проведения опыта 21-6.*

- Изучение способности цеолитовых кассет к самоочищению от накопившихся радионуклидов цезия-137.

*Условия проведения опыта 21-6.*

Подготовка цеолитовых кассет, увлажнение, сушка и определение активности влажной и сухой кассеты, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла сушки, независимо от типа и продолжительности сушки.

1. Подготовка цеолитовой кассеты (засыпка смеси «цеолит – щебень», в кюветку «Е»).

- Смесь «цеолит – щебень» в начале опыта 21-6 подвергалась вновь сушке на электрокалорифере и охлаждению упакованной в полиэтиленовый мешок в течение 2 суток.

Общая масса сухой смеси - 200г, при количественном соотношении компонентов 1,5:1 содержит, соответственно цеолит с диаметром  $2 \div 5$ мм, щебень  $1 \div 5$ мм.

- Подготовленная и охлажденная сухая смесь «цеолит – щебень», засыпается в кюветку «Е» ровным слоем по схеме, представленной на рис. 3.25 (см. Часть III.3.11, опыт 25).

- Первоначальная активность сухой смеси определяется на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской 218,4 г (общая масса смеси 200г + масса пустой кюветки «Е» 18,4г).

- Выравнивание поверхности смеси и уплотнение ее в кюветке «Е» проводились так же, как для цеолита без примеси в опыте 21.

## 2. Очистка цеолитовых кассет от накопившихся радионуклидов цезий – 137.

Очищение цеолитовых кассет в опыте 21-6 проводилось двумя способами.

Способ 1. - сушка увлажненной цеолитовой кассеты под действием солнечного тепла, в естественных природных условиях.

Способ 2. - сушка увлажненной кассеты на нагревательных электроприборах, в комнатных условиях.

Способ 1. Порядок очищения под действием солнечного тепла, в естественных природных условиях (циклы 1÷13).

- В начале опыта 21-6 через сухую кассету общей массой 218,4г пропускается трижды одна и та же чистая дистиллированная вода, массой 150г. Таким образом, цеолитовая кассета смачивается до установления постоянной водоотдачи. При установившейся водоотдачи, общая масса влажной кассеты стала 323г.

- Влажная кассета общей массой 323г проверяется на активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской – 323г (общая масса влажной смеси 304,6г + масса пустой кюветки «Е» 18,4г).

- Влажная кассета массой 323г, с открытой поверхностью, выставляется на природу, на шиферную крышу.

Поверхность цеолитовой кассеты прикрывается пластмассовой сеткой с ячейками 2х2 мм.

- Время пребывания кассеты на природе составляет один цикл очищения, продолжительность одного цикла 5÷41 суток.

- В настоящем опыте проведено 13-ть циклов очищения кассет на природе.

-В конце назначенного цикла, подсохшая на природе кассета проверяется на активность:

- в сухом состоянии;

- во влажном состоянии, массой 323г.

Для получения влажной кассеты массой - 323г, смесь в кюветке «Е», смачивается чистой дистиллированной водой перед загрузкой кассеты в измерительный контейнер кюветка «Маринелли».

- После определения активности через кассету пропускается чистая дистиллированная вода или вода с добавлением KCl и аммиачной селитры, масса воды на 1 цикл 300÷400г.

- Для прохождения очередного цикла очищения, влажная кассета выставляется на природу массой не менее 323г.

- В течении каждого цикла очищения фиксируется температура – воздуха. Среднее значение положительных и отрицательных температур и максимальные из них, по циклам очищения, приведены в таблице 3.21-6.

- Кассета (смесь в кюветке «Е») не рыхлится в течении всего опыта.

- Способ подачи воды для смачивания кассеты и сбор дренажной воды аналогичны и подробно изложены в опыте 25 (см. Часть III.3.11).

Способ 2. Порядок очищения под действием нагрева на электронагревательном приборе, в комнатных условиях (циклы 14÷19).

- Очищение, способом сушки на нагревательных приборах, влажных цеолитовых кассет начинается с увлажнения их, с предварительной замочкой в течении 1 суток.

- Для замочки кассета (смесь в кюветке «Е» с дренажными отверстиями) размещается в дополнительной кюветке «Е» без дренажных отверстий и заливается дистиллированной водой 100-200г.

- Через сутки кассета прямо в дополнительной кюветке «Е» устанавливается на электро-стабилизатор для сушки (выпаривания) при температуре до 50<sup>0</sup>С.

- Залитая вода, для замочки кассеты, из дополнительной кюветки «Е» не сливается в циклах выпаривания 14, 15, 16,17 (см. таблицу 3.21-6.1).

- В циклах 18,19 в которых замочка проводится большим количеством воды, отстоявшаяся вода через сутки осторожно сливается. Над поверхностью кассеты остается 1-1,2 см воды.

- Выпаривание в циклах 18, 19 проводится на электрокалорифере при температуре 65-70<sup>0</sup>С.

- Выпаривание во всех циклах ведется до полного высыхания кассет.

- В цикле 19 кассета сушится в разрыхленном виде, для чего смесь из кюветки «Е» высыпалась в пластмассовую кюветку большего диаметра – 15 см и разравнивалась слоем – 1 см.

При такой сушке происходит большая потеря массы цеолитосодержащих частиц. После цикла 19 масса кассеты уменьшилась на 9,6г.

-Активность кассет проверяется на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», для кассет в сухом состоянии с массой 217,7г и во влажном состоянии с массой 236,1г.

- Для определения активности кассеты во влажном состоянии, после сушки, кассету увлажняют дистиллированной водой до необходимой массы.

Масса кассеты контролируется на электронных весах с точностью до 0,01г.

Основные условия проведения опыта 21-6 и результаты изменения активности сухой и влажной цеолитовой кассеты, после каждого цикла очистки под действием солнечного тепла или под действием нагрева на электроприборах, приведены в **таблице 3.21-6.1.**

*Выводы к опыту 21-6.*

- При нагревании цеолитовых влажных кассет и под солнцем и на нагревательных электроприборах происходит очищение их от радионуклидов цезия – 137.

Таблица 3.21-6 - Климатические условия во время пребывания цеолитовых кассет на природе

Дата определения активности.	№ цикла самоочищен.	Продолжительность цикла. сут	Дата пребывания кассеты на природе.		Температура плюсовая.		Температура отриц.		Кол-во суток с дождем. сут
			от	до	+ сред.	+max/ сут	- сред.	- max/ сут	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.04.07	Цикл 2	5	2.04.07	7.04.07	4,9°	15°/3	-1°	-1°/2	3
20.04.07	Цикл 3	12	8.04.07	20.04.07	6,3°	25°/3	-1°	-1°/2	2
12.05.07	Цикл 4	17	21.04.07	12.05.07	9,7°	22°/6	-	-	3
28.05.07	Цикл 7	16	12.05.07	28.05.07	21,1°	26°/3	0	0/2	-
14.06.07	Цикл 9	15	29.05.07	13.06.07	21,6°	25°/8	-	-	2
27.06.07	Цикл 11	13	14.06.07	27.06.07	23°	40°/5	-	-	5
8.08.07	Цикл 13	41	28.06.07	8.08.07	17,8°	23°/7	-	-	16

Таблица 3.21-6.1 Изменения активности цеолитовых кассет из смеси цеолита (150 г, d =2-5 мм), и щебня (100г, d = 1÷5мм) слоем 3,5 см под действием естественных природных условий и выпаривания на нагревательных электроприборах. (Самоочищение цеолитовых кассет). (Масса кюв. «Е» – 18,4 г.).

Дата определения активности.	№ цикла	Масса Кюв. «Е» со смесью в нач. цикла. г.	Пропускаемая вода		Время фильтрации. мин.	Объем фильтрации г	Масса кюв. «Е» со смесью в конце цикла г	Активность пробы мокрой смеси					Изменение. ⊕ - Бк/кг
			Тип.	Масса. г				Навеска г.	Фон. Бк	Актив-ность навески Бк	Удельная активность, Бк/кг		
											В кюв. «Е»	«Маринелли» гр.12 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сухая смесь цеолита - 150г и щебня - 100 г после опыта 21-1													
2.04.07	Начало	218,4	-	-	-	-	218,4	200	70,4	121,7	256,5	384,8	-
Через смесь пропустили дистиллированную воду													
2.04.07	Цикл 1	218,4	Дистил.	150	момент	45,4	323	304,6	70,4	129,6	194,4	291,5	-93,3
Мокрая смесь на природе с 2.04.07.г до 7.04.07г – 5 сут													
7.04.07	Цикл 2	321,4	Дистил.	1,6	-	-	323	304,6	70,4	132	203,5	305,3	+13,8
Мокрая смесь на природе с 8.04.07г до 20.04.07г – 12 суток													
20.04.07	Цикл 3	261	Дистил.	62	-	-	323	304,6	70,4	130,2	196,3	294,5	-10,8
Мокрая смесь на природе с 21.04.07г до 12.05.07г – 17 суток													
12.05.07	Цикл 4	290,5	Дистил.	39,5	-	-	330	311,6	70,4	136,7	212,8	319,2	+24,7
Через мокрую смесь пропустили дистиллированную воду + KCl.													
12.05.07	Цикл 5	330	Дистил. +10 г KCl	160	15	114							
		356	Дренаж. цикла 5	114	45	147	323	304,6	70,4	139,6	227,2	340,8	+21,6
Через мокрую смесь пропустили водопроводную воду + аммиачная селитра													
12.05.07	Цикл 6	323	водопров. + 20г А.С	200	130		323	304,6	70,4	138,6	223,9	335,8	-5
Мокрая смесь на природе с 12.05.07г до 28.05.07г – 16 суток													
28.05.07	Цикл 7	225,4	-	-	-	-	225,4	207	70,4	129,8	286,9	430,4	-
29.05.07	Цикл 8	225,4	водопров. + 5г А.С	220	0,5	122,4	-	-	-	-	-	-	-
			дренаж цикла 8	122,4 x 3 раза	23	122,4	323	304,6	70,4	127,5	187,5	281,1	-54,7
Мокрая смесь на природе с 29.05.07г до 13.06.07г – 15 суток													
14.06.07	Цикл 9	236,1		-	-	-	236,1	217,7	70,4	126,5	257,7	386,5	-

продолжение таблицы 3.21-6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
14.06.07	Цикл 10	236,1	Дистил. + 5 г А.С.	200	10	113	-	-	-	-	-	-	-
			Дренаж цикла 10	113 х 3 раза	85	113	323	304,6	70,4	123,5	174,3	261,5	-19,5
Мокрая смесь на природе с 14.06.07г до 27.06.07г – 13 суток													
27.06.07	Цикл 11	233	Дистил.	3,1	-	-	236,1	217,7	70,4	124,9	250,3	375,5	-
27.06.07	Цикл 12	236,1	дистил. + 5 г А.С.	400	90	313,1	323	304,6	70,4	123,5	174,3	261,5	-19,6 (цикл 8)
Мокрая смесь на природе с 28.06.07г до 8.08.07г – 41 сутки													
8.08.07	Цикл 13	236,1	-	-	-	-	236,1	217,7	70,4	120,7	231,1	346,6	-28,9 (цикл 11)
Предварительная замочка на 1 сутки дистиллированной водой. Смесь сушилась на стабилизаторе при t=40 <sup>0</sup> С до полного выпаривания С 10.08.07г до 12.08.07 г (12 суток)													
13.08.07	Цикл 14	236,1	Дистил.	200	-	-	218,4	200	70,4	120	248,0	372	-12,8 (начало)
13.08.07	Цикл 15	218,4	Дистил.	17,7	-	-	236,1	217,7	70,4	120,9	232,0	348	-27,5 (цикл 11)
Сушка с 14.08.07 г до 16.08.07 г (2 суток)													
16.08.07	Цикл 16	236,1	Дистил.	100	-	-	218,4	200	70,4	118,47	240,35	360,5	-11,5 (цикл 14)
	Цикл 16	218,4	Дистил.	17,7	-	-	236,1	217,7	70,4	117,4	216,2	324,3	-23,7 (цикл 15)
Сушка с 18.08.07г до 20.08.07г (2 суток)													
21.07.07	Цикл 17	236,1	Дистил.	100	-	-	218,4	200	70,4	118,13	238,65	356,0	-2,5 (цикл 16)
Сушка с 22.08.07г до 24.08.07г (2 суток), после замачивания 178,4 г воды сливалось													
28.08.07	Цикл 18	218,4	дистил	300	-	178,4	218,4	200	70,4	120,6	251,0	376,5	+18,5 (цикл 17)
Предварительное замачивание смеси на 1 сутки дистиллированной водой. Смесь сушилась в специальной площадке d= 15 см на эл-калорифере, воду не сливали (h <sub>в</sub> = 1,2 см, h <sub>ц</sub> = 1 см)													
1.09.07	Цикл 19	218,4	дистил	800	-	-	208,8	190,4	70,4	114,5	231,6	347,4	
Сухая смесь в кюв. «Е» - лежала в полиэтиленовом мешке с 1.09.07г до 21.04.08г – (201 сутки)													
21.04.08	Цикл 20	210,4	-	-	-	-	210,4	192,0	70,4	112,5	219,5	329,3	

Примечание: 1. В цикле 19 потеряли много смеси (цеолита) при перекалывании из площадки в площадку; 2. А.С. – аммиачная селитра

**ОПЫТ 21-7. Очистка стоячей радиоактивной воды с помощью цеолитовых кассет (кассета из смеси: цеолит -100г,  $d = 5 \div 7$  мм, щебень – 250г,  $d = 5 \div 7$  мм).**

*Исходные данные к опыту 21-7.*

В опыте 21-7 изучались свойства цеолитовой кассеты на способность адсорбировать радионуклиды цезия-137 из стоячей радиоактивной воды.

Опыт проводился в комнатных условиях с подготовленной кассетой общей массой 337,9г, состоящей из 2-х компонентов.

1. Гранулированный цеолит массой 100г, с диаметром гранул  $5 \div 7$ мм.
2. Россыпь мелкого гранитного щебня массой 250г, с диаметром гранул  $5 \div 7$ мм.

Цеолитовая кассета – это приготовленная смесь, засыпанная в кюветку «Е», в соответствии со схемой засыпки, применяемой при промывке цезия-137 из суглинистого грунта, представленной на рис. 3.25, с одним отличием, что на дно кюветки «Е», для прикрытия дренажных отверстий укладывается пластмассовая сетка в 1 слой с ячейками  $2 \times 2$  мм, а не стеклохолст. (см. Часть Ш.3.11, опыт 25).

Место отбора, качество и способ приготовления гранулированного цеолита и щебня такие же, как в опыте 21-1.

- В качестве емкости, (для приготовления цеолитовой кассеты) для засыпки смеси и создания слоя глубиной 3,5 см, использовалась пластмассовая кюветка «Е». Для оттока дренажной воды в дне кюветки «Е» просверлено 41 отверстие диаметром 5 мм каждое. Масса пустой кюветки «Е» 14 г.

Очищению подвергалась вода с разной первоначальной радиоактивностью (32,5 Бк/л, 85,4 Бк/л), приготовленная в лабораторных условиях. Для приготовления радиоактивной воды использовалась дистиллированная вода, способ приготовления описан в опыте 21.

*Цель проведения опыта 21-7.*

- Изучить возможность очистки слоя стоячей радиоактивной воды от радионуклидов цезия-137 с помощью цеолитовых кассет, используя коагулирующие свойства цеолита.

*Условия проведения опыта 21-7.*

Подготовка цеолитовой кассеты, погружение и извлечение ее из радиоактивной воды, сушка и определение активности кассеты и очищенной воды, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла погружения кассеты в воду, независимо от продолжительности погружения.

1. Приготовление цеолитовой кассеты (подготовка и засыпка исследуемой смеси «цеолит – щебень», в кюветку «Е»).

- Подготовка, сушка смеси и определение ее первоначальной активности подробно изложены в опыте 21-1.

## 2. Очищение радиоактивной воды с помощью цеолитовых кассет, и определение активности сухой кассеты и очищенной воды.

- В опыте 21-7 очищению подвергались две пробы воды массой по 500г, с разной активностью 32,5 Бк/кг и 82,4 Бк/кг.
- Проба радиоактивной воды массой 500г заливалась в пластмассовый сосуд 1л.
- В подготовленную радиоактивную воду погружалась сухая кассета на всю свою глубину 3,5 см. Глубина воды над кассетой 1÷1,5см. Для создания условий подвижности воды, кассету погружают и поднимают из воды 1-3 раза.
- Замочка кассеты под слоем радиоактивной воды продолжается от 2 до 13-и суток. Продолжительность замочки назначалась произвольно.
- По окончании замочки, кассету поднимают из воды, дают стечь свободной воде до полной водоотдачи, на смачивание кассеты массой 337,9г уходит 70г воды.
- После полной водоотдачи, влажная кассета с открытой поверхностью сушилась на электрокалорифере при температуре  $60\div 75^0$ , в течении 2-х суток, до полного высыхания.
- Отстоявшаяся радиоактивная вода проверяется на активность в день окончания замочки, через 2÷3 часа после изъятия кассеты.
- Активность высохшей кассеты определяется после охлаждения ее упакованной в полиэтиленовый мешок, в комнатных условиях. Охлаждение длится 2 суток.
- Масса кассеты и воды определяется простым взвешиванием на электронных весах, с точностью до 0,01г.
- Активность кассет и воды измеряется на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой 100; 200г для воды и 337,9г для сухой кассеты (масса сухой смеси 323,9г + масса пустой кюветки «Е» 14г).
- Активность кассет и воды измеряется после каждого цикла очищения. Продолжительность цикла очищения складывается из длительности замочки, сушки и охлаждения.
- В опыте проведено два цикла очищения радиоактивной воды с первоначальной активностью 32,5 Бк/кг (см. цикл 1, 2) и три цикла с первоначальной активностью 82,4 Бк/кг (см. циклы 4, 5, 6).

Основные условия проведения опыта 21-7 и результаты изменения активности высушенной кассеты, после очередного погружения ее в радиоактивную воду, по циклам очищения, приводится в таблице 3.21.7.

### *Выводы к опыту 21-7.*

- Цеолитовая кассета состоящая из смеси «цеолит- щебень» с одинаковыми диаметрами гранул обоих компонентов адсорбирует радионуклиды цезия – 137 из стоячей воды, если кассета погружается в воду несколько раз.
- Для успешной очистки радиоактивной воды, погружение цеолитовой кассеты, следуя чередовать с ее высушиванием.



Таблица 3.21-7. – Изменение радиоактивности цеолитовой кассеты и радиоактивной воды после погружения кассеты в воду. (Кассета из смеси: цеолит-100 г, d=5-7 мм, щебень – 250 г, d=5÷7 мм, масса кюв. «Е» -14 г).

Дата опред. актив.	№ цикла	Масса кюв. «Е» со смесью в нач. цикла г.	Пропускаемая вода		Время фильтрации мин.	Объем фильтрации. г	Масса кюв. «Е» со смесью в конце цикла г	Активность пробы мокрой смеси					
			Тип	Масса г				Навеска г.	Фон Бк	Актив-ность навески Бк	Удельная активность, Бк/кг		Измен. ⊕ – Бк/кг
											В кюв. «Е»	«Маринелли» гр.12 x 1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сухая смесь цеолит - 100г и щебень - 250 г слоем 3,5 см (цеолитовая кассета)													
1.09.07	Начало -1	337,9	-	-	-	-	337,9	323,9	63,7	123,6	184,9	277,4	-
Радиоактивная вода (для очистки с помощью цеолитовых кассет)													
1.09.07	Начало -1	500	-	-	-	-	500	200	63,7	70,2	-	32,5	-
Очистка стоячей радиоактивной воды. Сухая цеолитовая кассета погружалась в воду 1 раз, замочка – 2 –е суток, сушка – 2 суток на эл-калорифере, -при t = 60-75 <sup>0</sup> С													
5.09.07	Цикл 1	337,9	Рад.32,5	500	2	430	336,3	<b>320,3</b>	63,7	126,5	196,07	294,1	+16,7
Радиоактивная вода после погружения в нее цеолитовой кассеты на 2 суток													
5.09.07	Цикл 1	-	-	-	2	430	-	200	63,7	70,28	-	32,9	+0,4
Сухая цеолитовая кассета погружалась в воду цикла 1 – 3 раза, замочка – 6 суток. Сушка 2 суток на эл-калорифере при t = 60-75 <sup>0</sup> С													
18.09.07	Цикл 2	336,3	Рад. 32,9 цикла 1	430	6	360	337	323,0	63,7	128,5	200,6	300,1	+6,0
Радиоактивная вода после погружения в нее цеолитовой кассеты на 6 суток													
11.09.07	Цикл 2			-	6	360	-	100	63,7	63,1	-	0	-32,9
Сухая цеолитовая кассета лежала в полиэтиленовом мешке с 18.09.07 до 21.04.08 г в течении 184 суток													
21.04.08	Начало-2	337,3	-	-	-	-	337,3	323,3	63,7	127,5	197,4	296,1	-3,9
Радиоактивная вода (для очистки с помощью цеолитовых кассет)													
21.04.08	начало	500	-	-	-	-	500	200	63,7	80,18	-	82,4	
Очистка стоячей радиоактивной воды. Кассета погружалась в воду 3 раза, сушка – 2 суток на эл-калорифере, замочка – 3 суток													

продолжение таблицы 3.21-7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
28.04.08	Цикл 3	337,3	Рад. 82,4 мутная	500	3	437,3	335,1	321,1	63,7	138,1	231,6	347,4	
28.04.08	Цикл 3	335,1	дистил	2,2	-	-	337,3	323,3	63,7	137,3	227,8	341,6	+45,5
Радиоактивная вода после погружения в нее цеолитовой кассеты на 3-е суток													
24.04.08	Цикл 3				3	437,3	-	200	63,7	75,19	-	57,4	-25
Замочка - 13 суток													
13.05.08	Цикл 4	337,3	Рад.57,4 мутная	437	2	385	335,9	321,9	63,7	140,7	239,2	358,8	+17,2
13.05.08	Цикл 4	335,9	дистил	1,4	-	-	337,3	323,3	63,7	140,8	238,5	357,8	+16,2
Радиоактивная вода после погружения в нее цеолитовой кассеты на 13 суток, вода темно-коричневая с осадком													
13.05.08	Цикл 4	-	-	-	13	385	-	200	63,7	70,7	-	35	-22,4
Замочка – 4 суток													
22.05.08	Цикл 5	337,3	Рад.35	385	4	310	337,1	323,1	63,7	144,9	251,2	376,8	+19
Радиоактивная вода после погружения в нее цеолитовой кассеты на 4 суток, вода коричневая, цвета заварки с осадком													
20.05.08	Цикл 5	-	-	-	4	310	-	200	63,7	68,26	-	23,5	-11,5

## **ОПЫТ 21-8. Промывка цеолита слоем 2,5 см от накопившихся радионуклидов цезия – 137. (Цеолит $d=1,2\div 2$ мм из опыта 18-2).**

*Исходные данные к опыту 21-8.*

Опыт 21-8 по изучению свойств цеолита на способность отдавать, десорбировать радионуклиды цезия-137 проводился в комнатных условиях, при пропуске через слой цеолита предварительно загрязненного радионуклидами цезия-137, чистой дистиллированной воды.

Для опыта 21-8 использовался гранулированный цеолит с накопившимися радионуклидами цезия-137 из опыта 18-2 (см. Часть III.3.10, опыт 18-2).

Общая масса загрязненного цеолита 110г, диаметр гранул  $1,2\div 2$ мм, первоначальная удельная активность 506 Бк/кг.

- В качестве емкости, для засыпки цеолита и создания слоя глубиной 2,5 см, использовалась пластмассовая кюветка «Е». Для оттока дренажной воды в дне кюветки «Е» просверлено 41 отверстие диаметром 5 мм каждое. Масса пустой кюветки «Е» 15,8 г.

Схема засыпки исследуемой пробы цеолита в кюветку «Е», аналогична схеме при промывке радионуклидов цезия -137 из суглинистого грунта, см. рис. 3.25 (Часть III.3.11, опыт 25).

Вымов радионуклидов цезия – 137 из слоя цеолита проводился чистой дистиллированной водой.

*Цель проведения опыта 21-8.*

- Изучить способность гранулированного, загрязненного цеолита с диаметром гранул  $1,2-2,0$ мм, отдавать радионуклиды цезия-137 при пропуске через него чистой дистиллированной воды.

*Условия проведения опыта 21-8.*

Подготовка, засыпка исследуемой пробы цеолита массой 110г в кюветку «Е», пропуск чистой дистиллированной воды через слой цеолита и определение активности мокрого цеолита и дренажной воды, проводились в определенной последовательности, после каждого цикла промывки, независимо от количества пропущенной воды.

1. Подготовка и засыпка исследуемой пробы цеолита в кюветку «Е».

- Сухой (разрыхленный, гранулированный), загрязненный цеолит, после окончания опыта 18-2, хранился в комнатных условиях в полиэтиленовом мешке с 11.08.07г до 22.04.08г.

- Перед началом опыта 21-8, активность загрязненного цеолита проверялась без дополнительной сушки на электрокалорифере, после 8-ми месяцев хранения.

Сухая исследуемая проба массой 110г, с диаметром гранул  $1,2\div 2,0$ мм, проверялась на активность на радиометре РУБ-01Пб в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» дважды:

1. Для сухой пробы, с навеской массой 125,8г (масса сухой пробы 110г+масса пустой кюветки «Е»-15,8г).

2. Для влажной пробы, с навеской массой 219г (масса влажного цеолита 213,2г + масса пустой кюветки «Е» 15,8г).

- Выравнивание, уплотнение, засыпанного цеолита в кюветке «Е», в настоящем опыте аналогично опыту 21.

- Дренажные отверстия в дне кюветки «Е», перед засыпкой цеолита, прикрываются стеклохолстом в 1 слой.

- На выровненную поверхность цеолита укладывается пластмассовая сетка с ячейками 2х2мм, для предотвращения размыва.

2. Пропуск (фильтрация) дистиллированной воды через 2,5см слой гранулированного, загрязненного цеолита.

- Пропуск дистиллированной воды, через слой цеолита в кюветке «Е», проводился по методике аналогичной промывки суглинистого грунта от радионуклидов в опыте 25.

- Способ подачи воды и сбор дренажной воды аналогичны и подробно изложены в опыте 25 (см. Часть III.3.11).

- Дистиллированная вода в опыте 21-8 подается на слой влажного цеолита поливной нормой 200-250г, создавая слой воды на его поверхности 2÷2,5 см.

- Всего проведено 10 полива по 1-2 полива в сутки, в зависимости от водоотдачи влажного цеолита и скорости фильтрации.

- В самом начале опыта 21-8 (см. цикл 1), через слой сухого цеолита нормой 200г на 1 цикл, пропускается одна и та же дистиллированная вода 4 раза, для полного смачивания и создания условий постоянной водоотдачи.

- Скорость фильтрации воды от цикла к циклу снижается, стеклохолст, прикрывающий дренажные отверстия кальматруется.

- Дистиллированная вода, после дренирования через слой цеолита с гранулами 1,2÷2,0мм, приобретает белесый оттенок от вымытых частиц цеолита.

- После фильтрации и полной водоотдачи, дно кюветки «Е» с цеолитом протирается (осушается) сухой хлопчатобумажной салфеткой и фиксируется их общая масса.

- Активность исследуемой пробы цеолита проверяется на радиометре РУБ - 01П6 для мокрого (влажного) цеолита, прямо в кюветке «Е» (пластмассовая сетка с поверхности не снимается), после каждого цикла фильтрации, для чего кюветка «Е» размещается на выступе для блока детектирования в измерительном контейнере кюветка «Маринелли».

- Цеолит из кюветки «Е» не извлекается и не высушивается в течении всего опыта (10-ти циклов).

- Активность дренажной воды определяется в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» с навеской массой – 200г.

- Для определения вымыва цезия-137 из слоя загрязненного цеолита, измерялась активность высушенного цеолита после 10-ти циклов промывки.

- Высушенный цеолит подготавливался для определения активности точно так, как в начале опыта и активность измерялась на радиометре РУБ-01П6 в

измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой 114,9г (масса сухого цеолита 99,1г + масса пустой кюветки «Е» 15,8г).

- За 10-ть циклов промывки масса сухого цеолита уменьшилась на 10,9г. Гранулы цеолита размокают при промывке и мельчайшие частицы цеолита диаметром менее 1мм выносятся вместе с водой, поэтому дренажная вода становится белесой.

Основные условия проведения опыта 21-8 и результаты измерения активности мокрого цеолита, после каждого цикла фильтрации дистиллированной воды, приведены в **таблице 3.21-8**.

*Выводы к опыту 21-8.*

1. Из слоя загрязненного цеолита, при пропуске через него дистиллированной воды, вымываются радионуклиды цезия – 137.

Первоначальная активность сухого цеолита – 506,3 Бк/кг, через 10-ть циклов промывки его активности стала 402 Бк/кг.

2. Скорость фильтрации от цикла к циклу промывки уменьшается, т.к. происходит кальматация стеклохолста, прикрывающего дренажные отверстия в кюветке «Е».

3. Для увеличения скорости фильтрации и снижения кальматации, необходимо, для устройства цеолитовых фильтров использовать гранулированный цеолит больших диаметров (5÷7мм) и дренажные отверстия прикрывать не стеклохолстом, а сеткой с ячейками 2х2мм, но не более, чем диаметр гранул.

Таблица 3.21-8- Изменение активности гранулированного цеолита d=1÷2 мм слоем 2,5 см при промывке дистиллированной водой.  
(Масса кюв. «Е» - 15,8 г)

Дата определения активности.	№ Цикла промывки.	Масса кюв. «Е» с цеолитом в нач. цикла. г	Пропускаемая вода		Время фильтрации. мин	Объем фильтрации. г	Масса кюв. «Е» с цеолитом в конце цикла. г	Активность мокрого цеолита					Изменение. + - Бк/кг
			Тип.	Масса. г				Навеска. г	Фон. Бк	Активность навески. Бк	Удельная активность, Бк/кг		
											В кюв. «Е»	В «Маринелли» гр. 12x1,5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Цеолит из опыта 18-2 с диаметром гранул 1-2 мм													
24.04.08	Начало	125,8	-	-	-	-	125,8	110	70,2	107,3	337,5	506,3	
Через слой цеолита пропустили дистиллированную воду													
24.04.08	Цикл 1	125,8	дистил.	200	мгнов.	120							
			дренаж.	100x3	1÷4	91	234,8	219	70,2	104,9	158,6	237,9	-
24.04.08	Цикл 2	234,8	дистил.	200	15	200,8	234	218,2	70,2	104,2	155,9	233,8	-4,1
24.04.08.	Проверка дренажной воды, общая цикла 1 и 2 (очень мутная с осадком)												
						291,8	-	200	63,0	63,08	-	0,4	
24.04.08	Цикл 3	234	дистил.	200	09	207	227	211,2	70,2	103,18	156,2	234,2	+0,4
25.04.08	Цикл 4	227	дистил.	200	27	209,3	217,7	<b>201,9</b>	70,2	113,1	212,5	318,7	+84,5
25.04.08	Проверка дренажной воды после цикла 4 (мутная, с осадком частиц цеолита)												
						209,3	-	200	63,0	66,33	-	16,65	
25.04.08	Цикл 5	217,7	дистил.	200	45	200	217,7	201,9	70,2	105,3	174,0	261,0	-57,7
25.04.08	Проверка дренажной воды после цикла 5 (мутная с осадком)												
						200	-	200	63	63,86	-	4,3	
25.04.08	Цикл 6	217,7	дистил.	200	18	200	217,7	201,9	70,2	104	167,4	251,2	-9,8
25.04.08	Проверка дренажной воды после цикла 6 (мутная с осадком)												
						200	-	200	63	63,22	-	1,1	
28.04.08	Цикл 7	217,7	дистил.	200	45	200	217,7	201,3	70,2	101	152,4	228,6	-22,6
29.04.08	Цикл 8	217,7	дистил.	200	30	200	217,7	201,9	70,2	101,2	153,6	230,4	+1,8
29.04.08	Проверка дренажной воды после цикла 8 (мутная с осадком)												
						200	-	191,15	63	62,02	-	0	-
13.05.08	Цикл 9	217,7	дистил.	300	45	306,1	211,6	<b>195,8</b>	70,2	102,6	165,6	248,4	

продолжение таблицы 3.21-8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		211,6	дренаж.	+6,1			217,7	201,9	70,2	99,94	147,3	221,0	-8,6
15.05.08	Проверка дренажной воды цикла 9 (мутная с осадком)												
						306,1	-	200	63	63,25	-	1,27	-
15.05.08	Цикл 10	217,7	дистил.	500	60	506,1	211,6	195,8	70,2	102,1	162,9	244,3	-4,1
15.05.08	Цикл 10	Проверка дренажной воды цикла 10 (мутная с осадком).				506,1	-	200	63	63,14	-	0,7	-
Сушка цеолита 2 суток, разрыхлен, масса уменьшился на 10,9 г													
22.05.08	Цикл 11	211,6	-	-	-	-	114,9	99,1	70,2	96,77	268	402	-104

### III 3.13 Термофорез.

#### ОПЫТЫ: 36; 36-1.

**ОПЫТ 36. Вынос цезия – 137 от нагретой поверхности почвенного слоя вместе с частицами аэрозолей за счет естественного восходящего потока теплого воздуха.**

*Исходные данные к опыту 36.*

В опыте 36 изучалась возможность выноса цезия из почвенного слоя в результате термофореза. Опыт проводился в комнатных условиях с подогревом сухого грунта слоем 2,0 см на электрокалорифере, без создания условий для дополнительной воздушной тяги.

Вынос цезия изучался одновременно для трех типов почв: торфянистой, супесчаной и легкосуглинистой.

В качестве емкости, для засыпки трех типов почв и создания слоя глубиной 2,0 см, использовались 3-и кюветки «Е» без дренажных отверстий.

Торфянистая почва из опыта 14-12(2), после окончания испарительного цикла 21, массой 200г, с удельной активностью 4534 Бк/кг, засыпалась в пустую кюветку «Е» массой 20,1г.

Супесчаная (пылеватая) почва из опыта 14-12(1), после окончания испарительного цикла 24, массой 200,1г, с удельной активностью 6103 Бк/кг, засыпалась в пустую кюветку «Е» массой 20,05г.

Характеристика торфянистого и супесчаного грунтов представлена в опыте 14-12 (1) и 14-12(2), (см. Часть III.3.5).

Легкосуглинистая почва массой 200г, с первоначальной удельной активностью 1635 Бк/кг, засыпалась в пустую кюветку «Е» массой 21,65г. Почва отбиралась из верхнего 10 см слоя на бывшем орошаемом овощном участке СХПК «Решительный», п. Новые Бобовичи, Новозыбковского р-на, (см. Часть III.2.4, опыт 15п, ст. V, т.2).

Подогрев открытого грунта осуществлялся в кюветках «Е», с помощью нагревательного электроприбора:

- кюветка «Е» с суглинистым грунтом устанавливалась на поверхность электрокалорифера для подогрева слоя с низу;
- кюветки «Е» с супесчаным и торфянистым грунтом устанавливались под нагревательную часть электрокалорифера для подогрева слоя с поверхности.

Схема засыпки грунта в кюветки «Е» и установка кюветок «Е» под нагревательную поверхность электрокалорифера представлена на **рис. 3.36**.

С поверхности грунт в кюветках «Е» прикрывался сухой, чистой, марлевой салфеткой для улавливания радиоактивных частиц аэрозолей, вылетающих под воздействием восходящего потока теплого воздуха.

*Цель проведения опыта 36.*

- Установить влияние подогрева слоя грунта (с низу или с верху), без

создания условий дополнительной воздушной тяги, на вынос цезия – 137 вместе с взлетающими частицами аэрозолей под действием восходящего потока теплого воздуха.

### *Условия проведения опыта 36.*

Подготовка и засыпка почвы в кюветку «Е», подогрев ее на электрокалорифере, определение активности почвы вместе с кюветкой «Е» и активности марлевых салфеток проводились в определенной последовательности, для каждого типа грунта.

#### 1. Подготовка и засыпка почвы в кюветку «Е».

- Радиоактивная проба, массой 200г для каждого типа почвы, высушена, измельчена, просеяна через сито 1 мм без остатка.

- Каждый тип подготовленной почвы засыпался в отдельную кюветку «Е».

- Поверхность засыпанного грунта выравнивалась торцом линейки и слой грунта подвергался уплотнению методом постукивания дном кюветки о пачку газет – 110 раз.

- Все три кюветки «Е» имеют идентичные габариты, несмотря на разницу их по массе. Высота кюветок – 4,5 см, диаметр по дну – 10,3см, по верху – 10,7 см.

- Первоначальная активность пробы определялась вместе с кюветкой «Е» на радиометре РУБ-01Пб в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской, равной общей массе почвы с кюветкой «Е».

- Перед определением первоначальной активности, внутреннюю верхнюю часть кюветок (2,5 см над поверхностью засыпанного грунта), протирали чистой и слегка влажной хлопчато-бумажной салфеткой от пыли, которая налипает к стенкам кюветок в процессе засыпки и процедуры уплотнения пробы.

#### 2. Подогрев пробы на электрокалорифере, охлаждение и определение активности почвы и марлевых салфеток в конце цикла подогрева.

- После определения активности каждая кюветка «Е» с пробой накрывалась чистой, сухой салфеткой из стерильного бинта. в 1 слой. Салфетка находилась на поверхности кюветки в натянутом состоянии и не соприкасалась с поверхностью засыпанной почвы.

- Салфетки массой 5÷5,2г, размером 10,5 см x 38 см.

- В опыте 36 проведен один продолжительный цикл подогрева равный 4,5 месяцам.

- Охлаждение почвы продолжалось 5 суток, в комнатных условиях при температуре 18+21<sup>0</sup>С, без сквозняков, проветривания и проводилось в кюветках «Е» под марлевыми салфетками, без упаковки в полиэтиленовые мешки.

- После 5-ти суточного охлаждения кюветки с почвой освобождались от марлевых салфеток и фиксировалась, общая масса кюветок «Е» с сухой охлажденной пробой и масса снятых сухих салфеток.

- Перед определением активности пробы, прошедшей длительный период подогрева, почву не подвергали повторному уплотнению методом постукивания дном кюветки «Е» о пачку газет.

- Каждую салфетку снятую с кюветок «Е» частично увлажняли дистиллированной водой. Увлажненной частью салфетки осторожно снимали напыление с внутренней верхней части кюветки (2,5 см над поверхностью засыпанного грунта).

- Увлажненные салфетки вместе с налипшими пылеватыми частицами, для определения активности, высушивались на разогретом стабилизаторе.

- Активность почвы в кюветках «Е», прошедших длительный период подогрева, определялась на радиометре РУБ-01П6 точно так же, как первоначальная активность сухой пробы.

- Активность салфеток определялась тоже на радиометре РУБ-01П6 в кюветке «Маринелли» с навеской равной массе высушенной салфетки с налипшими пылеватыми частицами.

Салфетка размером 10,5см x 38см плотно укладывалась в кюветке «Маринелли» вокруг выступа для блока детектирования, сложенная в виде полосы шириной – 3 см.

Активность салфеток определялась при оптимальной емкости счета – 64.С' импульса, поступающих с блока детектирования и при статической погрешности единичного измерения – 25%, а для почвы соответственно – 1024.С' импульса – и 6%. При измерении активности марлевых салфеток, масса стандартной пустой кюветки «Маринелли» увеличивалась на 5 г при измерении фона радиометра. Для этого в кюветку «Маринелли» укладывали стерильную марлевую салфетку массой, равной массе запыленной салфетки.

Основные условия проведения опыта 36 и результаты изменения активности почвы и марлевых салфеток, после продолжительного подогрева трех типов грунтов, различных по мехсоставу и первоначальной активности, приведены в **таблице 3.36.**

#### *Выводы к опыту 36.*

1. При очищении увлажненной салфеткой верхней внутренней части кюветки «Е» (2,5 см от верха засыпанного грунта), обнаруживается ели-ели заметная запыленность.

2. На марлевых сухих салфетках, которыми прикрывалась почва в кюветках «Е», в течении 140 суток подогрева и 5 суток охлаждения, пыль визуально не обнаруживалась.

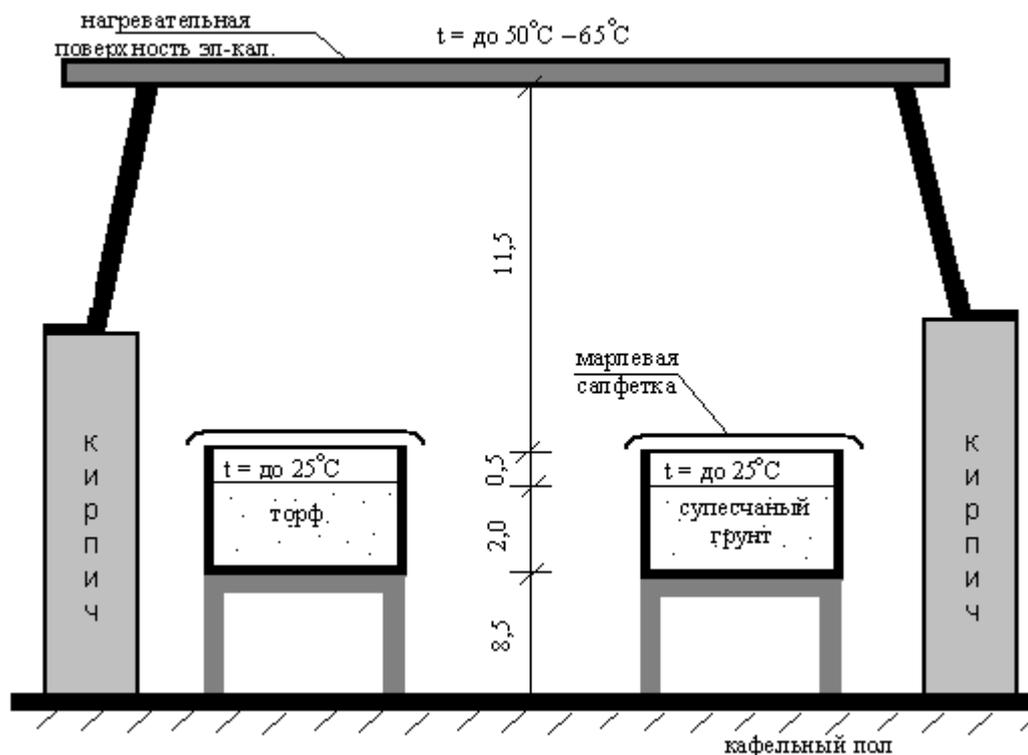
3. При определении активности запыленных салфеток на радиометре РУБ-01П6 активность обнаруживается только при оптимальной емкости счета 64С' (импульса) и статической погрешности единичного измерения – 25%) (см. таблицу 3.36).

4. Подогрев снизу слоя легкосуглинистого грунта способствует более интенсивному удалению радионуклидов с поверхности, чем со слоя подогреваемого с поверхности торфянистого грунта, несмотря на то, что удельная активность торфа в 2,8 раза выше.

При подогреве слоя супесчаного пылеватого грунта с поверхности получилась наибольшая интенсивность удаления радионуклидов. Возможно это

обусловлено наибольшей удельной активностью данного супесчаного грунта и наибольшей способностью нагреваться (см. таблицу 3.16).

5. Изменение удельной активности грунтов после 140 дней нагрева, указывает на то, что 5- суточное остывание для этих грунтов не одинаково влияет на их изменение активности (см. Часть III. 3.5, опыт 17-3).



**Рис. 3.36** Схема установки кюветки – Е с грунтом под электрокалорифером

Примечания:

- все размеры в см;

- нагревательная поверхность электро-калорифера  $8,5\text{см} \times 45\text{см}$ ;

- кюветки – Е стоят на полой пластмассовой подставке

$h = 8,5\text{ см}$ ;

Таблица 3.36 Изменение активности проб почвы и марлевых салфеток после длительного непрерывного подогрева грунта при t=65-70°C

Дата опред. актив.	№ Цикла и тип грунта	Продол- житель- ность  сут	В том числе			Масса кюв.с грунт.  г	Навеска  г.	Салфетка		Активность				
			Подогрев.  сут	Охлаждение в комнате				Сухая  г	Запылен- ная  г	Фон  Бк	Актив. навески.  Бк	Удельная актив.  Бк/кг	Изменен.	
				сут.	t°C								+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
14.04.08	Начало			Грунт в кюветках «Е»										
	Торфянистый	-	-	-	25 <sup>0</sup>	220,1	200	5,2	-	70	976	4534	-	
	Супесчаный	-	-	-	25 <sup>0</sup>	220,05	200	5,1	-	70	1291	6105	-	
	Легко сугли- нистый	-	-	-	25 <sup>0</sup>	221,65	200	5,0	-	70	396,8	1635	-	
	Цикл 1	Подогрев с помощью электро - калорифера с 16.04.08г до 4.09.08 г Грунт в кюв. «Е» - подогрев поверхности												
4.09.08	Торфянистый	145	140	5	18-21 <sup>0</sup>	222,8	202,7	-		70	973,5	4458	-76	
	Супесчаный	145	140	5	18-21 <sup>0</sup>	220,2	200,15			70	1302	6153	+48	
		Грунт в кюв. «Е» - подогрев с низу												
	Легко суглинистый	145	140	5	18-21 <sup>0</sup>	222,05	200,4	-		70	404	1666	+31	
		Марлевые салфетки над грунтом – подогрев с поверхности												
6.09.08	Торфянистый	145	140	5	18-21 <sup>0</sup>	-	-	5,2	5,35	62,3	63,54	119,6		
	Супесчаный	145	140	5	18-21 <sup>0</sup>			5,1	5,25	62,9	64,0	208,5		
		Марлевые салфетки над грунтом – подогрев с низу												
	Легко суглинистый	145	140	5	18-21 <sup>0</sup>			5,0	5,15	62,9	63,59	134		

## **ОПЫТ 36-1 Вынос цезия – 137 из почвенного слоя в результате термофореза в условиях дополнительной воздушной тяги.**

*Исходные данные к опыту 36-1.*

Опыт выноса цезия вместе с пылеватыми частицами за счет восходящего потока теплого воздуха, проводился в комнатных условиях с подогревом почвенного слоя 2,3 см на электрокалорифере, при создании условий дополнительной воздушной тяги.

Радиоактивный грунт массой 300г, с первоначальной удельной активностью 2970 Бк/кг, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя на землях дачного городского транспортного предприятия, в п. Людково, Новозыбковского р-на. Гамма-фон, измеренный на поверхности, в момент отбора пробы грунта составлял 85 мкР/ч.

Грунт – легкосуглинистый, темно-серого цвета, с растительными остатками, пылеватый.

Слой радиоактивного грунта подогревался снизу на открытой поверхности электрокалорифера с температурой 65-70<sup>0</sup>.

Для подогрева грунт слоем 2,3 см засыпался в цилиндрическую пластмассовую, прозрачную кюветку диаметром – 12 см, высотой 5,5 см, масса пустой кюветки 17,2г. В стенке кюветки, на высоте 4 см от дна, просверлены 12-ть отверстий размером (4x7)мм, через равные промежутки по всей окружности.

Кюветка наращивалась пластмассовой прозрачной трубой диаметром 12,0 см с зауженной частью на верху до 2,5см в диаметре. Общая высота трубы 24,0 см, в т.ч. зауженная часть – 2,5 см.

Кюветка и труба выполнены из одной и той же пластмассовой 3-х литровой ребристой емкости.

*Цель проведения опыта 36-1.*

- Обнаружить на запыленных стенках пластмассовой трубы радионуклиды цезия – 137 внесенные из подогреваемого слоя восходящим потоком теплого воздуха.

*Условия проведения опыта 36-1.*

Подготовка и засыпка грунта в кюветку, создание условий для восходящего потока теплого воздуха, визуальный осмотр трубы, определение активности грунта в кюветке, после каждого цикла термофореза, независимо от его продолжительности, проводилось в определенной последовательности.

1. Подготовка сосуда для засыпки грунта и создание условий тяги.

- Трехлитровая цилиндрическая, прозрачная бутылка общей высотой – 30см, диаметр = 12 см, с поперечной ребристой поверхностью (2 см выпуклость, 1 см углубления) разрезали на 2 части: кюветка высотой – 5,5см; труба – 24,5см.

Срез верхней части кюветки проходил по зауженной ребристой части бутылки, а срез нижней части трубы- по расширенной ребристой части бутылки.

В стенке по всей окружности кюветки, просверлены 12 отверстий на высоте 4,0 см от дна для доступа холодного воздуха.

- После заполнения кюветки слоем радиоактивного грунта, приготовленная труба легко одевается на кюветку. Соединение внахлест шириной до 1 см получается достаточно плотным, прочным и при необходимости легко разъединяемым.

## 2. Подготовка, засыпка радиоактивного грунта в кюветку, подогрев его на электрокалорифере и периодическое охлаждение в комнатных условиях.

Радиоактивный грунт массой 300г, высушивался, измельчался, просеивался через сито 1 мм без остатка.

- Подготовленный грунт засыпается в кюветку ровным слоем 2,3 см. Поверхность грунта выравнивается торцом линейки и слой грунта подвергается уплотнению методом постукивания дном кюветки о пачку газет – 110 раз.

- Первоначальная активность грунта определялась вместе с кюветкой на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли» с навеской 317,2г(общая масса грунта с кюветкой).

- На кюветку с подготовленным радиоактивным грунтом одевалась пластмассовая, прозрачная труба с ребристой поверхностью. Труба с верхней части сужена для предотвращения вылета пылеватых частиц за пределы трубы силой восходящего потока теплого воздуха.

- Кюветку с грунтом и одетой трубой помещали на пластмассовый поддон диаметром 15см для осуществления периодического переноса грунта к месту подогрева и к месту охлаждения.

- Для подогрева слоя грунта снизу кюветка с грунтом размещалась на нагревательной поверхности электрокалорифера.

- Период подогрева 1÷6 суток сменялся периодом охлаждения 1÷3 суток.

- Продолжительность подогрева и охлаждения назначалась произвольно.

- Один непрерывный период подогрева с последующим охлаждением составлял один цикл термофореза. Всего проведено 27 циклов термофореза.

После нескольких циклов термофореза, в зависимости от их продолжительности и типа сбора пыли на тяговой трубе, определялась активность запыленной салфетки. Общая продолжительность термофореза – 97 суток, в течении которых проведено 3 проверки активности салфеток.

Проверка 1– после циклов 1÷5, пыль собиралась только на внутренних стенках трубы и кюветки.

Проверка 2– в циклах 6÷11, для сбора пыли во внутренней части трубы подвесили марлевую стерильную салфетку, длиной на всю высоту трубы.

Проверка 3– в циклах 12÷28, для сбора пыли во внутренней части трубы разместили марлевую салфетку, которая висела в трубе в циклах 6÷11.

- Охлаждение осуществлялось в комнатных условиях, в укромном месте без сквозняков и проветривания. Кюветку с грунтом под трубой для охлаждения размещали на лабораторном столе, на высоте 80 см от пола.

- После каждого периода подогрева и охлаждения проводился визуальный осмотр трубы на наличие пылеватых частиц на внутренней стороне трубы и фиксировалась общая масса грунта в кюветке.

### 3. Определение активности.

- Для определения активности, запыленности – трубу и кюветку разъединяли.  
- Грунт в кюветке проверяли на активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской, равной общей массе грунта с кюветкой.

- Трубу с внутренней стороны протирали слегка увлажненной стерильной марлевой салфеткой. Масса сухой чистой марлевой салфетки – 4,5г.

Высушенную салфетку над электрокалорифером проверяли на активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли». Фон радиометра с пустой кюветкой «Маринелли» и активность высушенной салфетки определялась при емкости счета –  $64C'$  импульса, поступающих с блока детектирования, при статической погрешности единичного измерения 25%.

При определении фона радиометра для измерения активности салфетки, прошедшей несколько циклов термофореза, масса стандартной пустой кюветки «Маринелли» увеличивалась на массу 4,5г, равную массе чистой сухой марлевой салфетки.

При 2-й и 3-й проверке активности, для сбора пыли с внутренней стороны трубы использовалась марлевая салфетка, которая висела внутри трубы в период термофореза, см. циклы 6÷28, таблица 3.36-1.

Основные условия проведения опыта и результаты активности грунта и запыленности трубы, приведены в **таблице 3.36-1.**

#### *Выводы к опыту 36-1.*

1. Перемещение пылеватых частиц за счет восходящего потока воздуха в процессе проведения настоящего опыта не обнаруживается визуально на сухих стенках трубы и марлевых салфетках.

2. При протирании увлажненной салфеткой внутренней части трубы, если заметна запыленность салфеток на ее влажном участке.

3. При определении активности высушенных запыленных салфеток на радиометре РУБ-01П6 обнаруживается только при оптимальной емкости счета –  $64C'$  (импульса) и статической погрешностью единичного измерения – 25%.

4. Удельная активность грунта подвергнувшегося нагреванию и охлаждению в течении 27 циклов почему-то уменьшилась с 1981 Бк/кг до 1764 Бк/кг.

Таблица 3.36-1 - Изменение активности марлевых салфеток после периодического нагрева и охлаждения грунта в кюветке с устройством для воздушной тяги. (Термофорез. Масса кюв. – 17,2 г, трубы – 34,9г).

Дата	№ цикла	Продолжительность сут	Температура		Активность					
			Комнатная	Нагрев	Масса кюв. С грунтом	Навеска	Фон	Актив. Навески	Удельная актив.	
			t <sup>0</sup> C	t <sup>0</sup> C	г	г	Бк/кг	Бк	Бк/кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
29.08.08	Начало				317,2	300	70	664,3	1981	
Подогрев 1÷4 суток, охлаждение 1÷3 суток. Сбор пыли на внутренней стенке трубы влажной салфеткой										
	Цикл 1									
2.09.08	Нагрев	1	18 <sup>0</sup>	53 <sup>0</sup>	316,1	298,9	-	-	-	
3.09.08	Охлаждение	1	20 <sup>0</sup>	-	317,1	299,9	-	-	-	
	Цикл 2									
4.09.08	Нагрев	1	20 <sup>0</sup>	57 <sup>0</sup>	316,05	298,85	-	-	-	
5.09.08	Охлаждение	1	21,3 <sup>0</sup>	-	317,4	299,2	-	-	-	
	Цикл 3									
6.09.08	Нагрев	1	22,5 <sup>0</sup>	54 <sup>0</sup>	316,05	298,85	-	-	-	
8.09.08	Охлаждение	2	21,0 <sup>0</sup>	-	317,95	300,75	-	-	-	
	Цикл 4									
9.09.08	Нагрев	1	23 <sup>0</sup>	46 <sup>0</sup>	316,0	298,8	-	-	-	
11.09.08	Охлаждение	2	18 <sup>0</sup>	-	318,1	301,1	-	-	-	
	Цикл 5									
15.09.08	Нагрев	4	18 <sup>0</sup> -16 <sup>0</sup>	49 <sup>0</sup>	316,1	298,9	-	-	-	
18.09.08	Охлаждение	3	19 <sup>0</sup>	-	317,8	300,6	-	-	-	
18.09.08	Салфетка высохшая				-	4,5	62,78	63,57	176,7	
Подогрев – 6 суток, охлаждение – 1 сутки (Внутри трубы размещена стерильная марлевая салфетка – 4,5г) Сбор пыли на внутренней стенке трубы увлажненной салфеткой										
	Цикл 6									
25.09.08	Нагрев	7	18 <sup>0</sup>	56 <sup>0</sup>	316,6	299,4	-	-	-	
18.09.08	Охлаждение	1	17 <sup>0</sup>	-	317,8	300,6	-	-	-	
	Цикл 7									
2.10.08	Нагрев	6	17 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	316,5	299,3	-	-	-	
3.10.08	Охлаждение	1	17 <sup>0</sup>	-	317,9	300,7	-	-	-	
	Цикл 8									
9.10.08	Нагрев	6	17 <sup>0</sup>	56 <sup>0</sup>	316,6	299,4	-	-	-	
10.10.08	Охлаждение	1	18 <sup>0</sup>	-	317,6	300,4	-	-	-	
	Цикл 9									
16.10.08	Нагрев	6	18 <sup>0</sup>	56 <sup>0</sup>	316,4	299,2	-	-	-	
17.10.08	Охлаждение	1	21 <sup>0</sup>	-	318,0	300,8	-	-	-	
	Цикл 10									
23.10.08	Нагрев	6	21 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	316,35	299,15	-	-	-	
24.10.08	Охлаждение	1	23 <sup>0</sup>	-	317,40	300,2	-	-	-	
	Цикл 11									
30.10.08	Нагрев	6	23 <sup>0</sup>	58 <sup>0</sup>	316,25	298,05	-	-	-	
31.10.08	Охлаждение	1	25,2 <sup>0</sup>	-	317,3	300,1	-	-	-	
31.10.08	Салфетка высохшая				-	4,5	63,86	64,71	188,9	
Подогрев – 1 сутки, охлаждение – 1÷2 суток (Внутри трубы размещена марлевая салфетка, которая прошла периоды нагрева и охлаждения в циклах 6÷11) Сбор пыли на внутренней стенке трубы увлажненной салфеткой										
	Цикл 13									
7.11.08	Нагрев	1	22 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	316,1	298,9	-	-	-	
8.11.08	Охлаждение	1	13,5 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-	-	
	Цикл 14									
8.11.08	Нагрев	1	13,5 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-	
9.11.08	Охлаждение	1	13,5 <sup>0</sup>	-	317,3	300,1	-	-	-	
	Цикл 15									

продолжение таблицы 3.36-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.11.08	Нагрев	1	23 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	316,2	299,0	-	-	-
12.11.08	Охлаждение	1	21 <sup>0</sup>	-	317,15	299,95	-	-	-
	Цикл 16								
13.11.08	Нагрев	1	21 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	316,15	298,95	-	-	-
14.11.08	Охлаждение	1	22,5 <sup>0</sup>	-	317,2	300	-	-	-
	Цикл 17								
15.11.08	Нагрев	1	13,5 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-
16.11.08	Охлаждение	1	13,5 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-	-
	Цикл 18								
17.11.08	Нагрев	1	19 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	316,4	299,2	-	-	-
18.11.08	Охлаждение	1	22 <sup>0</sup>	-	317,2	300,0	-	-	-
	Цикл 19								
19.11.08	Нагрев	1	22 <sup>0</sup>	56 <sup>0</sup>	316,25	299,05	-	-	-
20.11.08	Охлаждение	1	23,5 <sup>0</sup>	-	317,20	300,0	-	-	-
	Цикл 20								
21.11.08	Нагрев	1	15 <sup>0</sup>	56 <sup>0</sup>	316,2	299	-	-	-
22.11.08	Охлаждение	1	15 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-	-
	Цикл 21								
23.11.08	Нагрев	1	15 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-	-
24.11.08	Охлаждение	1	15 <sup>0</sup>	-	317,75	300,5	-	-	-
	Цикл 22								
25.11.08	Нагрев	1	23 <sup>0</sup>	56	316,1	298,9	-	-	-
26.11.08	Охлаждение	1	24,5 <sup>0</sup>	-	317,1	299,9	-	-	-
	Цикл 23								
27.11.08	Нагрев	1	24 <sup>0</sup>	60	316,1	298,9	-	-	-
28.11.08	Охлаждение	1	24 <sup>0</sup>	-	317,15	299,95	-	-	-
	Цикл 24								
29.11.08	Нагрев	1	15 <sup>0</sup>	56	-	-	-	-	-
30.11.08	Охлаждение	1	15 <sup>0</sup>	-	-	-	-	-	-
	Цикл 25								
1.12.08	Нагрев	1	15 <sup>0</sup>	56	316,65	299,45	-	-	-
2.12.08	Охлаждение	1	26 <sup>0</sup>	-	317,2	300,0	-	-	-
	Цикл 26								
3.12.08	Нагрев	1	26 <sup>0</sup>	60	316,2	299,0	-	-	-
4.12.08	Охлаждение	1	24 <sup>0</sup>	-	317,25	300,05	-	-	-
	Цикл 27								
5.12.08	Нагрев	1	24 <sup>0</sup>	60	-	-	-	-	-
6.12.08	Охлаждение	1	26 <sup>0</sup>	-	317,4	300,2	-	-	-
	Цикл 28								
7.12.08	Нагрев	1	20 <sup>0</sup>	60	-	-	-	-	-
8.12.08	Охлаждение	1	20 <sup>0</sup>	-	317,1	299,9	70	599	1764
8.12.08	Салфетка высохшая					4,5	61,38	62,5	247,8

### III 3.14 Радиоллиз воды.

#### ОПЫТ: 38.

#### **ОПЫТ 38. Влияние радиационного излучения на изменение кислотности стоячей воды над слоем радиоактивного грунта.**

*Исходные данные к опыту 38.*

Изучение изменения кислотности в стоячей воде, под действием ионизирующего излучения от слоя радиоактивного грунта, проводилось в комнатных условиях при затоплении слоя грунта разным слоем дистиллированной воды в стеклянных сосудах, с открытой и закрытой поверхностью.

Для затопления использованы три типа грунта разных по радиоактивности:

1. Радиоактивный грунт, использованный для затопления, представлен очень легкой супесчаной почвой, с множеством растительных и гумусовых остатков, темно-серого цвета, плохо промачиваемого (при затоплении водой третья часть грунта всплывает). Первоначальная удельная активность – 13790 Бк/кг, при плотности насыпного грунта – 0,7 г/см<sup>3</sup>.

Исследуемая проба грунта отбиралась из верхнего 10 см почвенного слоя на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на. (Предварительно грунт использовался в опыте 32 для выращивания сеяных трав при изучении транспирации).

2. Песок, с разной степенью активности от 21,4 до 5597 Бк/кг, отбирался с дна и бровки песчаного карьера, расположенного на землях к-за «Комсомолец», Новозыбковского р-на.

3. Легкосуглинистый грунт, с малой степенью радиоактивности 240 Бк/кг, отбирался из верхнего 10 см почвенного слоя на землях Выгоничского р-на, п. Кокино.

Для затопления радиоактивного грунта использовалась дистиллированная вода.

В качестве емкости для засыпки слоя грунта и последующего затопления его водой, использовались прозрачные стеклянные банки цилиндрической формы:  
- объемом 1,0 л, d=10,0 см, высотой – 15,5 см, масса пустых емкостей 382-416 г;  
- объемом 0,5 л, d=8,0 см, высотой – 11,0 см, масса пустых емкостей 248-264 г;

Для определения кислотности воды проводилось измерение активности ионов водорода (H<sup>+</sup>) в водных растворах, с помощью ионометрического преобразователя И-500 по ТУ 4215-002-29074628-96, результаты измерения рН представлены в единицах рН (ед. рН).

Для визуального контроля кислотности водных растворов использовалась универсальная индикаторная бумага рН 0÷12 (производитель Лахема, О.П.БРНО, завод Нератовице).

### *Цель проведения опыта 38.*

1. Изучить влияние радиационного излучения на изменение рН стоячей воды, над затопленным грунтом с разной степенью радиоактивности:

в верхнем 1,5 см слое воды;

в придонном слое, на глубине  $1 \div 1,5$  см от поверхности затопленного грунта.

### *Условия проведения опыта 38.*

Подготовка пробы сухого радиоактивного грунта, засыпка и затопление его дистиллированной водой в стеклянной емкости, измерение рН воды в каждом сосуде проводилось в определенной последовательности, в конце каждого периода отстоя взмученной воды.

#### 1. Подготовка и засыпка радиоактивного грунта в стеклянные емкости.

- Исследуемая проба грунта, перед началом опыта, подвергалась высушиванию на нагревательном электроприборе, охлаждению в комнатных условиях в закрытом полиэтиленовом мешке, не менее 2-х суток.

После охлаждения грунт измельчен и просеян через сито с ячейками 1 мм.

- Подготовленный (сухой и измельченный) грунт подвергался проверке на первоначальную активность на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской массой – 200г.

- Подготовленный грунт засыпался в стеклянные сосуды. В каждый сосуд засыпалось определенное количество грунта, предусмотренного в соответствующем варианте настоящего опыта.

В опыте 38 проведено всего 5-ть вариантов засыпки и затопления грунта с разной степенью радиоактивности, в том числе первые три варианта 1, 2, 3 – с грунтом высокой степенью радиоактивности – 13790 Бк/кг, вариант 4 – со слабой степенью радиоактивности - 240 Бк/кг, вариант 5 – с грунтом с разной степенью радиоактивности от 21,4 Бк/кг до 5597 Бк/кг.

Вариант 1 – в 6-ть сосудов емкостью 0,5л засыпано по 100г подготовленного однотипного грунта с первоначальной активностью 13790 Бк/кг и в каждый сосуд залито разное количество дистиллированной воды – 100, 150, 200, 250, 300, 350 грамм, (см. таблицу 3.38.1).

Вариант 2 – в 6-ть сосудов емкостью 1,0 л засыпано разное количество грунта – 50, 100, 150, 100, 150, 100 грамм с первоначальной активностью 13790 Бк/кг и залито разное количество дистиллированной воды, соответственно 250, 500, 750, 250, 500, 750 грамм, (см. таблицу 3.38.2).

Вариант 3 – в 3-и сосуда емкостью 1,0 л засыпано по 100г высоко радиоактивного (13790 Бк/кг) грунта и в каждый сосуд залито разное количество дистиллированной воды, соответственно – 250, 500, 750 грамм, (см. таблицу 3.38.3).

Вариант 4 – в 5-ть сосудов емкостью 1,0 л засыпано подготовленного однотипного слабо радиоактивного (240 Бк/кг) грунта разное количество – 50, 100, 50, 100, 150 грамм и залито разное количество дистиллированной воды, соответственно 250, 250, 750, 750, 750 грамм, (см. таблицу 3.38.4).

Вариант 5 – в 4-ри сосуда емкостью 1,0 л засыпано по 100грамм подготовленного песчаного грунта (из песчаного карьера) с разной радиоактивностью: сосуд 1 – 21,4 Бк/кг; сосуд 2 – 309 Бк/кг; сосуд 3 и 4 – 5597 Бк/кг.

В каждый сосуд залито по 500грамм дистиллированной воды. (См. таблицу 3.38.5).

- Масса засыпанного грунта и залитой воды контролировалась на электронных весах с точностью до 1 грамма.

- Поверхность засыпанного грунта выравнивалась легким встряхиванием сосуда по кругу. Слой засыпки сухого грунта фиксировался с помощью мерной линейки по наружной стороне сосуда.

- Сосудам с засыпанным грунтом присвоен порядковый номер от 1 до 6.

## 2. Затопление грунта дистиллированной водой.

- В каждый сосуд с грунтом заливалось определенное количество воды и особым способом для каждого варианта засыпки и затопления.

Вариант 1 – Вода заливалась частями, с помощью черпака, осторожно заливая воду по стенкам сосуда, чтобы предупредить всплывание растительных и гумусовых частиц грунта. (Предупредить всплывание легких частиц грунта не удалось).

Вода и грунт не подвергались механическому перемешиванию в начале опыта.

Грунт залитый водой, с образовавшимися взвесями, оставлен в покое, для отстоя и оседания взвесей в сосуде с открытой поверхностью, на 10 суток, в комнатных условиях.

Вариант 2 – Вода залита на поверхность грунта все отмеренное количество сразу.

Воду и грунт подвергли механическому перемешиванию пластмассовой вилкой в течении 3-х минут.

Грунт залитый водой, после перемешивания оставлен в покое, для отстоя и оседания мути и взвесей в сосуде с закрытой поверхностью, на 2 суток, в комнатных условиях.

Для предупреждения испарения и взаимодействия углекислого газа (CO<sub>2</sub>) воздуха с водой, каждый сосуд с затопленным грунтом упаковывался в полиэтиленовый мешок.

Вариант 3 – Для предупреждения всплывания растительных и гумусовых частиц грунта, проведена предварительная замочка слоя грунта дистиллированной водой 1÷1, в течении 3-х суток. Через 3-е суток доливался остаток воды осторожно, с помощью черпака.

Таким образом, было предупреждено всплывание и взмучивание.

Сосуд с затопленным грунтом оставлен в покое, для отстоя с закрытой поверхностью, на 1 сутки.

Каждый сосуд с затопленным грунтом упаковывался в полиэтиленовый мешок.

Вариант 4 – Вода заливалась на поверхность грунта все отмеренное количество сразу.

Воду и грунт подвергали механическому перемешиванию пластмассовой вилкой в течении 3-х минут.

Грунт залитый водой, после перемешивания оставлен в покое, для отстоя и оседания мути и взвесей в сосуде с закрытой поверхностью, на 3 суток.

Каждый сосуд с затопленным грунтом упаковывался в полиэтиленовый мешок.

Вариант 5 – Вода заливалась на поверхность грунта осторожно, частями, с помощью черпака. Воду и грунт в сосуде не подвергали механическому перемешиванию в начале опыта.

Грунт залитый водой оставлен в покое, для отстоя мути в сосуде с закрытой поверхностью.

Каждый сосуд с затопленным грунтом упаковывался в полиэтиленовый мешок.

- Сосуды с затопленным грунтом для отстоя размещались в ряд, согласно порядковому номеру, на лабораторном столе, на высоте 80см от пола.

### 3. Определение рН воды с помощью ионометрического преобразователя И-500 в единицах измерения рН (ед рН).

- рН воды определялось в каждом сосуде в конце каждого периода отстоя.

- Продолжительность периода отстоя от 1-20 суток, назначалась произвольно.

- Вода для определения рН отбиралась из каждого сосуда с помощью медицинского шприца по 50г.

- Вода отбиралась из верхнего слоя с глубины 1-1,5см и из нижнего слоя на 1-1,5см выше поверхности грунта придонного слоя.

- После измерения рН с помощью ионометра И-500, отобранная проба воды – 50г, вновь, возвращалась в свой сосуд. При возвращении пробы в сосуд, происходило частичное повторное взмучивание раствора.

- Перед отбором пробы воды для определения рН фиксировалась температура в комнатных условиях, изменение слоя воды над поверхностью грунта и общая масса воды и грунта в каждом сосуде, температура измеренного раствора пробы автоматически фиксировалась ионометром И - 500 в процессе определения рН.

### 4. Принцип работы на И-500.

#### *1. Техническая характеристика.*

Измерение рН, в создавшемся слое воды над радиоактивным грунтом, проверялось с помощью ионометрического преобразователя И-500.

Ионометр И -500 с электронной системой, рассчитан для работы с первичными преобразователями – серийно выпускаемыми электродами (вспомогательный и измерительный) и термокомпенсатором.

В качестве вспомогательного (сравнительного) используется стеклянный лабораторный электрод Э<sub>сп</sub> – 01.

В качестве измерительного использовался электрод Э<sub>с</sub> – 00,0 чувствительный (селективный) к иону водорода Н<sup>+</sup>.

Работа по измерению рН – растворов на И-500 проводилась при соблюдении следующих условий:

- постоянное подключение прибора в сеть переменного тока с напряжением 220В;

- температура окружающей среды 14-25°С;

- время прогрева 10 минут;

- время установления показателей с учетом достижения установленной при градуировке температуры раствора 10÷90 секунд;

- продолжительность непрерывной работы не более 12 часов.

#### *2. Приготовление растворов.*

- Градуировочные растворы готовятся из стандарт – титров по ГОСТ 8134 в соответствии с паспортом на измерительный электрод.

Калибровка преобразователя И-500 выполнялась по 2-м градуировочным растворам (СТ-1 + 1,65) и (СТ-2 + 9,18), значения рН, которых находятся в диапазоне измерения электрода, приведенных в паспорте на электрод.

- Градуировочные растворы хранились в закрытых сосудах определенной емкости, чтобы при проведении измерений уровень электролита внутри электрода находился выше уровня измеряемого раствора.

- Калибровка пробы и измерение рН градуировочных и анализируемых растворов выполняются всегда при одном и том же режиме термокомпенсатора («Термометр **ВКЛ.**»).

- Анализируемые растворы приготавливаются в процессе опыта, в результате перемешивания радиоактивной почвы с дистиллированной водой в разных соотношениях по массе.

Для определения рН приготовленного анализируемого раствора, всегда отбиралась проба одинаковой массы – 50г. Отобранная проба размещалась в сосуде с определенной емкостью, чтобы выполнялось условие погружения в него измерительного электрода, как при калибровке.

Температура анализируемого раствора должна быть равна температуре градуировочного раствора, с отклонением от температуры в лабораторных условиях  $(1 \div 1,5)^{\circ}\text{C}$ .

### 3. Порядок определения рН приготовленных растворов.

Перед началом измерения рН (через каждые 12 часов непрерывной работы) выполняется калибровка ионометра И-500.

Принцип работы ионометра основан на преобразовании активности ионов в значении электродвижущей силы (Э.Д.С.) в милливольты (МВ), линейно зависящей от активности ионов и температуры в анализируемом растворе, (см. руководство по эксплуатации И-500, 4215-0,002-29074628-96 РЭ).

Калибровка ионометра И-500 проводится с помощью градуировочных растворов с известной температурой. Для установления температуры градуировочных растворов в самом начале проводится измерение активности ионов раствора в диапазоне Э.Д.С., в единицах измерения – МВ при положении компенсатора – «Термометр **ВКЛ.**». Для поддержания одинаковой температуры градуировочных растворов, при измерении активности ионов, сосуд с раствором согревается в ладонях лаборанта до температуры на  $1 \div 1,5^{\circ}\text{C}$  выше существующей температуры в комнатных условиях.

Измерение Э.Д.С. и установление постоянной температуры градуировочных растворов (см. руководство по эксплуатации п.3.4.1-3.4.9).

Калибровка ионометра И-500 по готовым градуировочным растворам проводится в диапазоне рН, в единицах измерения – МВ (см. руководство по эксплуатации п.3.6.1-3.6.22).

В памяти ионометра сохраняются данные последней градуировки, которые высвечиваются на дисплее при включении в сеть.

Измерение рН градуировочных и анализируемых растворов проводится в диапазоне рН, в единицах измерения рН, при постоянной температуре установ-

ленной для градуировочных растворов, после калибровки преобразователя И-500 (см. руководство по эксплуатации п.3.6.22÷3.6.24).

Все измерения рН анализируемых растворов выполняются в том же режиме термокомпенсации, в котором была выполнена калибровка. При работе с преобразователем в режиме термокомпенсации на дисплее отображается результат измерения в ед. рН и температура анализируемого раствора.

Результаты измерений регистрируются, после стабилизации обоих показателей. Показатель температуры считается стабильным, если он равен температуре градуировочного раствора, принятого за основу при калибровке преобразователя И-500.

Повторная калибровка преобразователя И-500 проводится в следующих случаях:

- при необходимости получения измерений с наибольшей точностью, калибровку преобразователя с измерительным электродом проводят в день выполнения анализа;
- при резком изменении внешней температуры в лабораторных условиях и температуры анализируемых растворов в пределах  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ;
- при резком изменении агрессивности анализируемых растворов;
- при замене измерительного электрода.

#### Анализ результатов измерения рН воды после периодов отстоя раствора.

##### **Вариант 1, таблица 3.38.1.**

##### **Отстой приготовленного раствора в сосудах с открытой поверхностью.**

- Вода и грунт в сосуде не перемешивались в начале опыта.
- Всего проведено 6-ть измерений рН воды через 2÷10 суток отстоя, с 18.09.08 до 21.10.08г.

##### **1. Начало измерения рН воды – 29.09.08г.**

- Через 10 суток отстоя значение рН в верхнем 1,5 см слое создавшегося слоя воды, в каждом из 6-ти сосудов, установилось разное, в зависимости от соотношения в них компонентов (грунт+вода). Чем больше залито воды на одно и то же количество грунта в сосуд, тем больше рН воды и наоборот.

В первых 5-ти сосудах (сосуд 6-й составляет исключение, т.к. в нем засыпано только 70г грунта) значение рН воды верхнего слоя возрастает с увеличением слоя воды над грунтом.

Проверка 1, через 10 суток отстоя – 29.09.08г:

сосуд – 1, слой воды – 0,6см, рН – 6,44 ед рН;

сосуд – 5, слой воды – 3,8см, рН – 8,14 ед рН.

2. При последующих проверках, после очередного периода отстоя в открытом сосуде, рН воды верхнего слоя снижается во всех сосудах пропорционально первоначальному значению рН в каждом сосуде. (рН больше при большой глубине воды и наоборот).

3. Периодическое взмучивание слоя грунта под водой, вызванное возвращением 50г воды обратно в сосуд, после очередного измерения рН и неравные периоды отстоя (2, 6, 2, 8, 5 суток) влияют на неравномерное изменение рН в каждом сосуде (рН то возрастает, то снижается против предыдущего значения).

После короткого периода отстоя (2 суток), в сосуде с открытой поверхностью, значение рН возрастает по сравнению с предыдущим, при более длительном периоде отстоя, рН снижается по сравнению с предыдущим.

4. При открытой поверхности приготовленный раствор (вода + почва) доступен к взаимодействию с углекислым газом ( $\text{CO}_2$ ) воздуха. Насыщение раствора  $\text{CO}_2$  приводит к повышению кислотности его и следовательно к снижению рН раствора.

5. При открытой поверхности происходит интенсивное испарение воды, что приводит к концентрации солей в приготовленном растворе, а уменьшенный слой воды над грунтом, в свою очередь, способствует более полному насыщению его углекислым газом воздуха, что приводит к снижению рН раствора.

6. С увеличением толщины слоя воды над грунтом поступление  $\text{CO}_2$  в раствор уменьшается в зависимости от толщины слоя.

#### Отстой приготовленного раствора в сосудах с закрытой поверхностью.

- Всего проведено – 11 измерений рН воды через 2÷12 суток отстоя, с 21.10.08 до 15.12.08г.

1. Во всех 6-ти сосудах, через 5 суток отстоя с закрытой поверхностью, произошло резкое снижение рН (см. измерения от 26.10.08г) по сравнению с предыдущим значением рН, при отстое с открытой поверхностью (см. измерения от 21.10.08г).

2. При последующих отстоях приготовленного раствора в сосудах с закрытой поверхностью, рН воды верхнего слоя постепенно увеличивалось.

Общее увеличение рН в каждом сосуде за 55 суток произошло на одну величину раную 0,4-0,5 ед. рН.

3. На повышение рН воды в верхнем 1,5 см слое оказывает влияние:

- глубина воды над грунтом (глубина воды в сосудах отличается незначительно 0,6÷3,8 см;

- скорость оседания взвесей в воде (взвеси одинаковые, т.к. во всех сосудах засыпался однотипный грунт);

- насыщение слоя воды углекислым газом ( $\text{CO}_2$ ) воздуха (доступ  $\text{CO}_2$  из воздуха ограничен одинаково, т.к. все сосуды одинаковой емкости – 0,5л упакованы в отдельные полиэтиленовые мешочки);

- продолжительность отстоя;

- тип предварительного перемешивания компонентов (вода + грунт) раствора (перемешивание за счет диффузии или при наличии разных способов механического перемешивания).

4. При самом длительном периоде отстоя – 12 суток (см. измерения рН от 15.12.08г), изменение рН во всех сосудах почти совсем не произошло по сравнению с предыдущим измерением 3.12.08г.

5. Снижение значение рН во всех сосудах при отстое с открытой поверхностью идет значительно быстрее, чем прирост при отстое с закрытой поверхностью.

- Среднее снижение рН в верхнем 1,5 см слое во всех 6-ти сосудах при отстое с **открытой** поверхностью, в течении 33 суток составило 1,3 ед. рН (за 1 сутки – 0,0394 ед.рН).

- Средний прирост рН в тех же 6-ти сосудах при отстое с **закрытой** поверхностью, в течении 55 суток составило 0,45 ед. рН (за 1 сутки- 0,00818 ед. рН).

- Следовательно, снижение рН воды в верхнем 1,5 слое произошло в 4,8 раза быстрее, чем прирост.

6. После повторного длительного периода отстоя **в закрытом** сосуде, в течении 21 и 16 суток (см. измерения от 5.01.09г и 21.01.09г), произошло снижение (вместо ожидаемого увеличения) рН в верхнем 1,5 см слое создавшегося слоя воды.

7. При последующем отстое в открытых сосудах оставшейся воды, в течении 3-х периодов отстоя по 5 суток, не произошло значительного увеличения или уменьшения рН, оно осталось в пределах установившихся после длительного отстоя в закрытых сосудах (см. измерения от 28.01.09г ÷ 5.02.09г).

### **Вариант 2, таблица 3.38.2.**

#### Отстой приготовленного раствора с закрытой поверхностью.

Воду и грунт в начале опыта перемешивали в течении 3-х минут пластмассовой вилкой и поставили на отстой сразу с закрытой поверхностью.

- Всего проведено 14 измерений рН верхнего 1,5см слоя воды через 2÷6 суток отстоя, с 8.11.08г до 24.12.08г.

1. Начало измерения рН воды 10.11.08г.

После тщательного перемешивания компонентов (грунт + вода), через 2 суток отстоя, приготовленный раствор получился более насыщенный во всех 6-ти сосудах, чем во всех 6-ти сосудах без перемешивания, (см. Вариант 1, таблица 3.38.1, измерение рН от 29.09.08г).

- рН воды в каждом сосуде на 8.11.08г установилось разное в зависимости от количества смешанных компонентов. Чем больше залито воды и чем меньше засыпано грунта в сосуд, тем больше рН воды и наоборот:

- наибольшее – 5,18 ед. рН в сосуде 6-ть при глубине воды 9,3 см и массе грунта – 100г; наименьшее – 4,32 ед.рН в сосуде – 4 при глубине воды – 2,9 см и массе грунта – 100г.

2. У концентрированных растворов (Вариант 2), полученных после перемешивания, значения рН меньше, чем у менее концентрированных растворов (Вариант 1).

3. При дальнейшем отстое воды в закрытом сосуде значение рН в каждом из 6-ти сосудов повышалось постепенно, пропорционально соотношению в сосуде грунта и воды.

4. Прирост рН через 47 суток отстоя произошел во всех сосудах:

в сосуде 1 – значение рН увеличилось на 1,36ед;

в сосуде 2 – значение рН увеличилось на 1,43ед;

в сосуде 3 – значение рН увеличилось на 1,89ед;

в сосуде 4 – значение рН увеличилось на 1,79ед;

в сосуде 5 – значение рН увеличилось на 1,57ед;

в сосуде 6 – значение рН увеличилось на 1,16ед.

5. Отметим, что в закрытых сосудах, без дополнительного доступа  $\text{CO}_2$  из воздуха к слою воды, значение рН воды увеличивается.

6. Прирост значений рН у концентрированных растворов (Вариант 2) значительно больше, чем у неконцентрированных растворов (Вариант 1).

При отстое в закрытых сосудах рН приготовленных растворов из однотипных компонентов, с разным соотношением в вариантах 1 и 2 стремятся к постоянной величине рН во всех сосудах, равной в среднем  $6,0 \div 6,4$  ед. рН (см. измерения рН–Вариант 1 от 15.12.08г; Вариант 2 – от 24.12.08г).

7. Сравним прирост рН воды в 2-х одинаковых сосудах емкостью 1 литр, в которые засыпано разное количество однотипного грунта – 50г и 100г и залито одинаковое количество дистиллированной воды – по 250г. в каждый. (См. рис.3.38.1).

сосуд 1		сосуд 4	
$\Delta$ рН=1,27		$\Delta$ рН=1,79	
воздух	8,2см	воздух	7,9см
250г	3,2см	250г	2,9см
50г	1,6см	100г	2,2см

**Рис.3.38.1** Изменение прироста рН стоячей воды в зависимости от соотношения смешанных компонентов (вода+грунт) в сосудах 1 и 4.

- Однотипный грунт в сосудах 1 и 4, залит одинаковым количеством дистиллированной воды, перемешивался один раз в начале опыта в течении  $3^x$  минут.

- Мутная вода отстаивалась в закрытых сосудах. В течении 47 суток, через определенный период времени ( $1 \div 6$  суток), проводилось измерение рН воды верхнего слоя с глубины – 1,5 см.

- Через 2 суток отстоя в закрытых сосудах 1 и 4, рН воды установилось пропорционально соотношению в них залитой воды и засыпанного грунта: сосуд 1 – 4,72 ед. рН; сосуд 4– 4,32 ед. рН, т.е. чем меньше слой свободной воды над поверхностью грунта, тем и рН меньше.

- При дальнейшем отстое воды в закрытых сосудах, рН воды по периодам увеличивалось постепенно, относительно первоначального значения, без дополнительного доступа  $CO_2$  к поверхности слоя воды. Слой воды над поверхностью в сосудах 1 и 4 почти одинаковый – 3,2 см и 2,9 см.

рН воды, при столь идентичных условиях, должно было расти с одной определенной скоростью, связанной:

- со скоростью оседания взвесей при отстое (грунт в сосудах 1 и 4 идентичный, следовательно, и взвеси в них подобны);

- с доступом из воздуха  $CO_2$  к слою воды, который тоже ограничен в обоих сосудах одинаково, т.к. сосуды однозначны по габаритам и одинаково закрыты (упакованы в полиэтиленовые мешки).

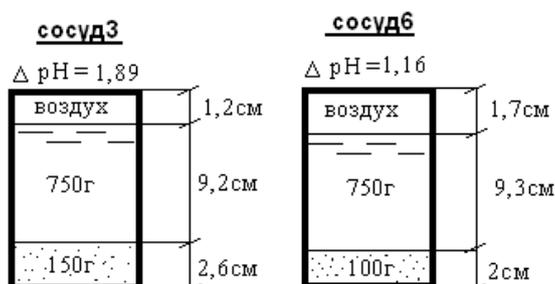
-Через 47 суток отстоя **прирост рН** воды, по отношению к первоначальному значению, составил в сосуде 1 – **1,27** ед. рН, в сосуде 4 – **1,79** ед. рН.

- Прирост рН в сосуде-4 больше на **0,52** ед. рН за счет радиоллиза воды (радиационного излучения от затопленного грунта).

Концентрация радионуклидов в сосуде 4 больше, чем в сосуде 1, т.к. в сосуд 4 засыпано радиоактивного грунта, с одинаковой удельной активностью, в 2 раза больше, чем в сосуд 1.

- Радионуклиды цезия – 137 ионизируют водную среду в сосуде 4 активнее, чем в сосуде 1 и тем самым способствуют более интенсивному повышению рН воды в сосуде 4, т.е. снижают ее кислотность.

8. Сравним прирост рН воды в 2-х одинаковых сосудах емкостью 1 литр, в которые засыпано разное количество однотипного грунта – 150г и 100г, и залито одинаковое количество дистиллированной воды по 750г в каждый. (См. рис. 3.38.2).



**Рис.3.38.2.** Изменение прироста рН стоячей воды в зависимости от соотношения смешанных компонентов (вода+грунт) в сосудах 3 и 6.

- В закрытых сосудах 3 и 6 прирост рН воды через 47 суток отстоя соответственно составил 1,89 ед. рН и 1,16 ед. рН.

Наибольший прирост рН воды в сосуде 3, где наибольшая концентрация радионуклидов.

- Прирост рН воды за счет повышенной концентрации радионуклидов в придонном слое грунта, зависит от толщины слоя воды над поверхностью:

в сосудах 3 и 6 увеличение прироста составило 0,76 ед. рН;

в сосудах 1 и 4 увеличение прироста составило 0,52 ед. рН.

Прирост рН воды при малых глубинах гасится, уменьшается за счет доступа  $\text{CO}_2$  из воздуха в маленький слой воды.

Даже в закрытых сосудах видно, что воздуха в сосудах 1 и 4 больше чем в сосудах 3 и 6.

- После повторного длительного периода отстоя в закрытых сосудах, в течении 30 и 28 суток (см. измерения 22.01.09 и 19.02.09г), произошло резкое снижение рН (вместо ожидаемого увеличения) во всех сосудах в верхнем 1,5 см слое создавшегося слоя воды.

### **Вариант 3, таблица 3.38.3.**

В варианте 3 в сосудах 1, 2, 3 произведена засыпка грунта и затопление его дистиллированной водой точно также, как в варианте 2 в сосудах 4, 5, 6, только грунт и воду не подвергали перемешиванию. Чтобы грунт не всплывал, его заливали порциями, после предварительной замочки 1:1 в течении 3-х суток.

- Результаты по изменению рН воды в варианте 3, без перемешивания, получились абсолютно идентичные, результатам варианта 2, после механического перемешивания воды и грунта.

Общий прирост рН воды, после 45 суток отстоя в закрытых сосудах, составил:

- вариант 3 – с предварительной замочкой, без перемешивания – в сосуде 1– 1,63 ед. рН; сосуде 2– 1,43 ед. рН; в сосуде 3– 1,13 ед. рН;

- вариант 2 – с предварительным перемешиванием – в сосуде 4– 1,79 ед.рН; в сосуде 5– 1,57 ед. рН; в сосуд 6– 1,16 ед. рН.

#### **Вариант 4, таблица 3.38.4.**

В 5-ть сосудов одинаковой емкостью (1 литр) засыпан одностипный грунт разным количеством, соответственно 50, 100, 50 100, 150 грамм, с малой радиоактивностью – 240 Бк/кг.

В каждый сосуд залито разное количество дистиллированной воды, соответственно – 250, 250, 750, 750, 750 грамм.

Воду и грунт в начале опыта перемешивали в течении – 3 мин пластмассовой вилкой.

Отстой взмученной воды проводился в закрытых сосудах.

Всего проведено 8 измерений рН воды через 2÷9 суток отстоя в сосудах с закрытой поверхностью, с 16.01.09г до 24.02.09г.

- рН воды в каждом сосуде определялось три раза: в верхнем – 1,5 см слое; в середине создавшегося слоя; в придонном 1,5 см слое. Проба воды, для определения рН, из каждого слоя отбиралась с помощью медицинского шприца емкостью 50г.

- Первая проверка рН воды проведена через 5 мин отстоя, после взмучивания.

-рН воды во всех 5-ти сосудах установилось разное, с небольшим отклонением друг от друга.

- После каждого отстоя – рН воды во всех сосудах увеличивалось.

-Прирост рН воды происходил быстрее в сосудах 1 и 2, залитых небольшим количеством воды – 250г, чем в сосудах 3, 4, 5 с объемом залитой воды – 750г в каждый.

- Прирост рН воды на 1г общей массы (грунт + вода), после 39 суток отстоя, составил:

сосуд 1 – 0,0044 ед. рН;

сосуд 2 – 0,00415 ед. рН;

сосуд 3 – 0,00125 ед. рН;

сосуд 4 – 0,0014 ед. рН;

сосуд 5 – 0,00135 ед. рН.

#### **Вариант 5, таблица 3.38.5.**

В четыре сосуда одинаковой емкостью (1 литр) засыпан супесчаный грунт (грунт из песчаного карьера «4 Сосны») по 100г в каждый с разной радиоактивностью от 21,4 до 5597 Бк/кг и залит дистиллированной водой в соотношении 1:5.

Воду и грунт в начале опыта не перемешивали.

Отстой воды проводился в **закрытых** сосудах.

Всего проведено 11 измерений рН воды в верхнем 1,5 см слое, через 2÷6 суток отстоя в сосудах с закрытой поверхностью, с 21.11.08г до 24.12.08г.

- рН воды во всех сосудах в начале опыта установилось разное, с небольшим отклонением друг от друга.

- После каждого отстоя – рН воды во всех сосудах увеличивалось.

В сосудах 3 и 4, где засыпан грунт с большой радиоактивностью 5597 Бк/кг, рН воды прирастало медленнее, чем в сосудах 1 и 2 с радиоактивностью грунта, соответственно 21,4 и 309 Бк/кг.

- Прирост рН воды на 1г общей массы (грунт + вода), после 33 суток отстоя, составил:

сосуд 1 – 0,0019 ед. рН;

сосуд 2 – 0,0017 ед. рН;

сосуд 3 – 0,0015 ед. рН;

сосуд 4 – 0,0015 ед. рН;

### **Анализ сводной таблицы 3.38.6.**

В сводной таблице проанализированы 4-е вида изменения рН стоячей воды над поверхностью радиоактивного грунта, после продолжительного отстоя в сосуде с закрытой поверхностью.

**Вид I** – Сравнительное изменение рН стоячей воды над высоко радиоактивным грунтом – 13790 Бк/кг и слабо радиоактивным грунтом – 240 Бк/кг, в зависимости от количества и соотношения между собой компонентов (грунт + вода) в сосуде, при создании небольшого слоя воды 2,5÷3см.

**При затоплении в 2-х сосудах высоко радиоактивного** грунта (13790 Бк/кг), соответственно массой 50 и 100 грамм, дистиллированной водой массой 250г в каждый сосуд, прирост рН воды, после 47 суток отстоя, в сосуде 4, с большим количеством грунта, происходит быстрее, чем в сосуде – 1, с меньшим количеством грунта.

Прирост рН на 1 г общей массы компонентов (грунт + вода) составил в сосуде 1– 0,0047 ед. рН, в сосуде 4– 0,0057, что на 0,001 ед. рН больше в сосуде с большим количеством грунта.

**При затоплении в 2-х сосудах слаборадиоактивного** грунта (240 Бк/кг) с такой же массой грунта и воды как для высоко радиоактивного, прирост рН воды, после 39 суток отстоя, в сосуде 2, с наибольшей массой грунта происходит медленнее, чем в сосуде 1, с меньшим количеством грунта.

**Вид II** – Изменение рН стоячей воды в 2-х одинаковых сосудах над радиоактивным грунтом – 13790 Бк/кг, затопленных дистиллированной водой при равном количестве и соотношении между собой компонентов (грунт + вода), при создании одинакового слоя воды 6,0 см.

Прирост рН в обоих сосудах на 1г общей массы компонентов (грунт + вода) происходил равномерно и составил в сосуде 2– 0,00279 ед. рН, в сосуде 5– 0,00272 ед. рН. Небольшой перевес в приросте рН в сосуде 2 обусловлен первоначальным значение рН в обоих сосудах:

в сосуде 2 – рН = 4,81 ед. рН.

в сосуде 5 – рН = 4,72 ед. рН.

**Вид III** – Сравнительное изменение рН стоячей воды над высоко (13790 Бк/кг) и слабо (240 Бк/кг) радиоактивным грунтом, в зависимости от количества и соотношения между собой компонентов (грунт + вода) в сосуде, при создании слоя воды 8,5÷9см.

**При затоплении в 2-х сосудах (6 и 3) высоко радиоактивного** грунта (13790 Бк/кг), соответственно 100 и 150 грамм, дистиллированной водой массой 750г в каждый сосуд, прирост рН воды, после 47 суток отстоя, в сосуде 3, с боль-

шим количеством грунта происходит быстрее, чем в сосуде – 6, с меньшим количеством грунта.

Прирост рН на 1 г общей массы компонентов (грунт + вода) составил в сосуде 3 – 0,0022 ед. рН, в сосуде 6– 0,0014, что на 0,0008 ед. рН больше в сосуде с большим количеством грунта.

Отмечаем, что снижение прироста рН в сосуде 3, по сравнению с сосудом 6, за счет увеличенной массы грунта, составило 0,0008 ед. рН (см. Вид III), что меньше снижения между сосудами 1 и 4, равное 0,001 ед. рН (см. Вид. I). Это снижение прироста произошло за счет увеличения массы воды в соотношении компонентов в сосудах:

вид. I – для затопления 100г грунта использовано – 250г воды;

вид III – для затопления 100г грунта использовано – 750г воды.

**При затоплении** в 2-х сосудах **слаборadioактивного** грунта (240 Бк/кг) с такой же массой грунта и воды, как для высоко радиоактивного, прирост рН воды, после 39 суток отстоя в сосуде 5, с наибольшей массой грунта (150г), происходит медленнее, чем в сосуде 4, с меньшим количеством грунта (100г).

Прирост рН на 1 г общей массы компонентов (грунт + вода) составил в сосуде 5 – 0,00135 ед. рН, в сосуде 4– 0,0014, что на 0,00005 ед. рН меньше в сосуде с большим количеством грунта.

Отмечаем, что снижение прироста рН в сосуде 5 по сравнению с сосудом 4, за счет увеличенной массы грунта, составило 0,00005 ед. рН (см. Вид III), что меньше снижения между сосудами 1 и 2, равное 0,0003 ед. рН (см. Вид. I). Это снижение прироста произошло за счет увеличения массы воды в соотношении компонентов в сосудах:

вид. I– для затопления 100г грунта использовали – 250г воды;

вид III – для затопления 100г грунта использовано – 750г воды.

**При затоплении** в 2-х сосудах **слаборadioактивного** грунта (240 Бк/кг) соответственно массой -50г (сосуд 3) и 100г (сосуд 4), дистиллированной водой в увеличенном количестве, по сравнению с предыдущим затоплением, то происходит не снижение прироста рН воды в сосуде 4 по сравнению с сосудом 3, а увеличение.

В сосуде 3 соотношение компонентов 1÷11,5, прирост рН на 1г общей массы (грунт + вода), после 39 суток отстоя, составил 0,00125 ед. рН, в сосуде 4 при соотношении компонентов 1÷7,5, прирост составил 0,0014 ед. рН, что на 0,00015 ед. рН больше в сосуде с большим количеством грунта.

Следовательно, при соотношении компонентов (грунт + вода) в сосуде более чем 1:10 влияние радиоактивности грунта на значение рН воды уловить невозможно, оно гасится водой.

**Вид IV – Изменение рН стоячей воды над однотипным грунтом по составу но разного по радиоактивности.**

1. Изменение рН воды над пробой грунта отобранного в районе песчаного карьера «4 сосны» с трех разных точек по глубине: на высоте около 2-х метров от дна; в пределах дна; с бровки карьера.

В три одинаковых сосуда емкостью – 1л, засыпан грунт по 100г с разной радиоактивностью и залит одинаковым количеством дистиллированной воды по 500г в каждый. Глубина создавшегося слоя воды – 6,2 ÷ 6,8см.

Общий прирост рН воды в трех сосудах после 33 суток отстоя составил:

- в сосуде 1, с активностью грунта 21,4 Бк/кг – 1,12 ед. рН;
- в сосуде 2, с активностью грунта 309 Бк/кг – 1,01 ед. рН;
- в сосуде 3, с активностью грунта 5597 Бк/кг – 0,87 ед. рН;

2. Изменение рН воды над однотипным грунтом по мехсоставу, отобранного в районе песчаного карьера «4 сосны» в 2-х разных точках, в верхнем 10 см почвенном слое, на расстоянии 10-15 друг от друга.

В два одинаковых сосуда емкостью 1 литр засыпан грунт по 100г с разной радиоактивностью и залит одинаковым количеством дистиллированной воды по 500г в каждый.

Прирост рН воды на 1г общей массы компонентов (грунт + вода), после длительного отстоя составил:

- в сосуде 3, с активностью грунта 5597Бк/кг – 0,0015 ед. рН;
- в сосуде 2, с активностью грунта 13790 Бк/кг – 0,00265 ед. рН.

Следовательно, при наибольшей активности однотипного грунта рН воды приростае значительно быстрее.

3. Изменение рН воды над грунтом разных по хим. и мехсоставу и разных по радиоактивности, и отобранных на землях разных колхозов в 10см почвенном слое.

В три одинаковых сосуда емкостью – 1л засыпан грунт по 100г с разной радиоактивностью и залит одинаковым количеством дистиллированной воды по 500г в каждый.

Прирост рН воды на 1г общей массы компонентов (грунт + вода), после 47 сут. отстоя составил:

- в сосуде – над суглинистым грунтом с активностью 1635 Бк/кг – 0,0012 ед. рН;
- в сосуде – над торфом с активностью 4534 Бк/кг – 0,00079 ед. рН;
- в сосуде – над супесчаным грунтом, с активностью 7070 Бк/кг – 0,00076 ед. рН.

Вывод: На радиоактивных грунтах разных по хим. и мехсоставу невозможно утверждать, что рН стоячей воды над этим грунтом изменяется в сторону увеличения или уменьшения, в зависимости от удельной активности этих грунтов.

#### *Выводы к опыту 38.*

1. Тщательное перемешивание компонентов (вода + грунт) способствует приготовлению более концентрированного раствора с повышенной кислотностью, рН такого раствора создается наименьшей в зависимости от соотношения массы объединенных компонентов.

2. При отстое приготовленного раствора и постепенного осаждения взвесей происходит повышение рН за счет осветления слоя затопления.

3. При дальнейшем отстое уже осветленного раствора изменение рН в верхнем 1,5 см слое зависит от условий, в которых происходит отстаивание этого раствора (см. таблицу 3.38.1).

- При хранении (отстое) в сосудах с открытой поверхностью происходит снижение рН за счет насыщения поверхностного слоя раствора углекислым газом ( $\text{CO}_2$ ) воздуха. В присутствии  $\text{CO}_2$  в растворе происходит окислительный процесс, который приводит к снижению рН.

- При хранении (отстое) в сосудах с закрытой поверхностью происходит повышение рН за счет ограничения насыщения поверхностного слоя раствора углекислым газом ( $\text{CO}_2$ ) воздуха. Без постоянного доступа  $\text{CO}_2$  в раствор окислительный процесс приостанавливается

- Не зависимо от начальной концентрации раствора и способа хранения (отстое), рН раствора, приготовленного из однотипных компонентов, с течением времени стремится к постоянной величине.

4. При увеличении слоя воды над поверхностью грунта – рН верхнего 1,5 см слоя воды увеличивается:

- при создании раствора определенной концентрации при механическом перемешивании и за счет ионной и молекулярной диффузии (т.е. при механическом перемешивании и без него);

- при отстое раствора в сосудах с открытой и закрытой поверхностью.

5. Изменение рН слоя воды под действием радиационного излучения, исходящего от слоя радиоактивного грунта (см. таблицу 3.38.2).

- Сравним рН в сосудах 1 и 4, где разное количество грунта 50г и 100г, залито одинаковым количеством воды по 250г, слой воды 3,2 см; 2,9 см., видим, что при отстое в закрытых сосудах, прирост рН в верхнем 1,5 см слое, в приготовленном более концентрированном растворе (сосуд 4), (за одно и то же время отстоя) больше, чем в сосуде 1 на 0,52 ед. рН.

- Сравним рН в сосудах 3 и 6, где разное количество грунта 150г и 100г, залито одинаковым количеством воды по 750г, слой воды 9,2 см, 9,3 см, видим, что при отстое в закрытых сосудах, прирост рН в верхнем 1,5 см слое в приготовленном более концентрированном растворе (сосуд 3), за одно и то же время отстоя, больше, чем в сосуде 6 на 0,73 ед. рН.

- **Наибольший прирост рН в более концентрированных растворах (сосуд 4 и сосуд 3), при прочих равных условиях приготовления и хранения с менее концентрированными растворами (сосуд 1 и 6), происходит под действием радиационного излучения исходящего от грунта с наибольшей активностью.**

С увеличением массы грунта с одной и той же удельной активностью, радиационное излучение его увеличивается.

В результате радиолиза в слое воды снижается окислительный процесс и рН воды увеличивается.

Таблица 3.38.1 – Изменение рН сточной воды по периодам отстоя в сосуде с открытой и закрытой поверхностью. **Вариан 1.**  
(Емкость сосуда – 0,5л).

Дата определения рН воды	Показатели		Температура $t^{\circ}\text{C}$	Сосуд 1		Сосуд 2		Сосуд 3		Сосуд 4		Сосуд 5		Сосуд 6		
	Вид	Ед. измер.		рН	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{см}}$	рН	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{см}}$	рН	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{см}}$	рН	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{см}}$	рН	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{см}}$	рН	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{см}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
18.09.08	Начало															
		Воду и грунт не перемешивали.														
		Воду заливали осторожно, всю сразу.														
		Отстой в открытом и закрытом сосуде.														
	<b>Грунт</b>	<b>тип</b>		Супесчаный, пылеватый, с растительными и гумусовыми остатками.												
	Уд. актив.	Бк/кг	-	13790	-	13790	-	13790	-	13790	-	13790	-	13790		
	Масса, $W_{\text{гр}}$ г			100		100		100		100		100		70		
	слой, $h_{\text{гр}}$ см			3		3		3		3		3,5		4,0		
	<b>Вода</b>	<b>тип</b>		дистил.		дистил.		дистил.		дистил.		дистил.		дистил.		
	Масса, $W_B$ г			100	(400)	150		200		250		300		350		
	слой, $h_B$ см			1,0		2		3,5		4,5		5,0		5,5		
	<b>Изменение 1-рН воды после отстоя в открытом сосуде.</b>															
29.09.08	Через – 10 сут.		18	6,44	118	6,99	120	-	173	7,95	224	8,14	276	7,68	322	
1.10.08	-//-	2 сут	18	7,31	112	6,86	116	7,5	163	7,56	220	8,0	272	7,62	318	
					0,6		1,1		1,7		2,6		3,8		4,3	
6.10.08	-//-	6 сут	19	7,14	<b>418</b>	7,05	<b>148</b>	6,82	160	7,20	212	7,61	264	7,38	312	
				изм.	<b>6,6</b>		<b>1,5</b>		1,4		2,5		3,6		4,2	
8.10.08	-//-	2 сут	20	7,23	418	6,56	144	6,92	157	7,19	208	7,72	262	7,36	302	
					6,6		1,5		1,4		2,4		3,6		4,1	
16.10.08	-//-	8 сут	19	6,13	410	6,01	128	6,36	145	6,76	192	6,95	260	6,55	290	
					6,3		1,2		1,2		2,1		3,3		3,9	
21.10.08	-//-	5 сут	22,5	5,93	400	5,83	114	6,19	140	6,54	182	6,78	236	6,40	280	
					6,0		0,9		1,1		2,0		3,0		3,6	
Снижение рН через 33 сут					-1,21		-1,16		1,31		-1,41		-1,36		-1,28	
<b>Снижение рН воды через 33 суток на 1г затопленного грунта и на 1г создавшегося слоя воды.</b>																
На 1г грунта					0,012	100	0,0116	100	0,0131	100	0,0141	100	0,0136	100	0,0128	100

продолжение таблицы 3.38.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
На 1г воды				0,003	400	0,0102	114	0,0094	140	0,0077	182	0,0058	236	0,0046	280
На 1г (вода+грунт)				0,0024	500	0,0054	214	0,0055	240	0,0050	282	0,0040	336	0,0034	380
Соотношение гр:в					1:4		1:1,5		1:2		1:2,5		1:3		1:5
<b>Изменение 2-рН воды после отстоя в закрытом сосуде</b>															
26.10.08	Через	5 сут	23	5,61	398	5,43	112	5,64	135	5,81	178	5,89	236	5,94	278
				-	6,0	-	0,9	-	1,0	-	1,7	-	3,1	-	3,6
5.11.08	Через	10 сут	25	6,26	394	5,82	108	5,95	127	6,28	174	6,39	232	6,25	276
				-	6,0	-	0,8	-	0,9	-	1,7	-	3,0	-	3,6
10.11.08	Через	5 сут	23	6,15	390	5,79	102	5,98	123	6,24	170	6,39	230	6,23	272
				-	5,9	-	0,7	-	0,9	-	1,7	-	2,9	-	3,6
17.11.08	Через	7 сут	23	6,21	390	6,07	102	6,23	121	6,47	166	6,6	228	6,45	270
				-	5,9	-	0,6	-	0,9	-	1,7	-	2,9	-	3,6
19.11.08	Через	2 сут	23	6,16	386	5,94	96	6,06	121	6,22	164	6,44	226	6,26	270
				-	5,9	-	0,6	-	0,8	-	1,6	-	2,8	-	3,4
21.11.08	Через	2 сут	24	6,01	384	5,86	94	5,92	117	6,26	162	6,55	224	6,20	270
				-	5,9	-	0,6	-	0,8	-	1,5	-	2,8	-	3,3
25.11.08	Через	4 сут	24	6,07	384	5,86	90	6,07	113	6,16	158	6,40	222	6,29	264
				-	5,9	-	0,5	-	0,7	-	1,5	-	2,7	-	3,3
27.11.08	Через	2 сут	24	6,05	384	5,93	90	6,16	113	6,27	158	6,43	222	6,37	264
				-	5,9	-	0,5	-	0,7	-	1,5	-	2,7	-	3,3
1.12.08	Через	4 сут	24	6,15	384	-	-	6,12	110	6,19	150	6,3	220	6,29	262
				-	5,7	-	-	-	0,6	-	1,3	-	2,7	-	3,3
3.12.08	Через	2 сут	23	6,02	384	-	-	6,11	103	6,19	149	6,35	218	6,35	260
				-	5,7	-	-	-	0,6	-	1,3	-	2,7	-	3,2
15.12.08	Через	12 сут	21	6,01	378	-	-	-	-	6,15	142	6,34	214	6,4	256
				-	5,7	-	-	-	-	-	1,3	-	2,7	-	3,2
Прирост рН через 55 сут				+0,4		+0,5		+0,47		+0,34		+0,45		+0,46	
<b>Прирост рН воды через 55 сут. на 1г затопленного грунта и на 1г создавшегося слоя воды</b>															
На 1г грунта.				0,004	100	0,005	100	0,047	100	0,034	100	0,045	100	0,046	100
На 1г воды.				0,00106	378	0,0055	90	0,0043	109	0,0024	142	0,0021	214	0,0018	256
На 1г (вода + грунт).				0,00084	478	0,0026	190	0,0022	209	0,0014	242	0,0014	314	0,0013	356

продолжение таблицы 3.38.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Соотношение –Гр :в					1:4		1:1,5		1:2		1:2,5		1:3,5		1:4
<b>Изменение 3 - рН воды после длительного отстоя в закрытом сосуде.</b>															
5.01.09	через	21сут	18												
Верхний слой				5,85	374	-	-	-	-	6,06	137	5,86	206	6,45	240
Нижний слой.				5,76	5,4	-	-	-	-	-	1,2	-	2,5	-	3,0
21.01.09	через	16сут	22,5												
Верхний слой				5,65	372	-	-	-	-	-	-	5,70	206	6,18	234
Нижний слой.				5,52	5,4	-	-	-	-	-	-	5,72	2,4	6,16	3,0
<b>Изменение 4 - рН воды после отстоя в открытом сосуде</b>															
28.01.09	через	6 сут	24												
Верхний слой				5,83	322	-	-	-	-	-	-	5,73	156	5,97	184
Нижний слой.				5,78	4,6	-	-	-	-	-	-	-	1,6	5,79	2,1
2.02.09	через	5 сут	22												
Верхний слой				5,65	266	-	-	-	-	-	-	5,60	110	5,66	138
Нижний слой.				5,54	3,1	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	1,2
5.02.09	через	3 сут	23												
Верхний слой				5,73	238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нижний слой.				5,65	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3.38.2 – Изменение рН стоячей воды по периодам отстоя в сосуде с закрытой поверхностью. **Вариан 2** Грунт супесчаный с растительными и гумусовыми остатками (из опыта 32).

(Емкость сосуда – 1 л).

Дата опреде- ления рН воды	Показатели		Сосуд 1		Сосуд 2		Сосуд 3		Сосуд 4		Сосуд 5		Сосуд 6	
	Назва- ние	Ед. изме- рения.	рН	$\frac{W_{в,г}}{h_{в, см}}$										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Начало													
Воду и грунт – перемешивали -3 мин.														
Отстой в закрытом сосуде.														
<b>Грунт</b> тип супесчаный, палеватый с растит. и гумусовыми остотками.														
	Уд.актив.	Бк/кг	13790	-	13790	-	13790	-	13790	-	13790	-	13790	
	Масса, $W_{гр}$	г	50		100		150		100		100		100	
	слой, h	см	1,6		2,4		2,6		2,2		1,7		2,0	
	<b>Вода</b>	тип	дистил.											
	Масса, $W_{в}$	г	250		500		750		250		500		750	
	слой, h	см	3,2		6,0		9,2		2,9		6,7		9,3	
	рН		5,84		5,84		5,84		5,84		5,84		5,84	
<b>Изменение 1 –рН после отстоя в закрытом сосуде.</b>														
10.11.08	Через – 2 сут.		4,72	250	4,81	500	4,80	750	4,32	250	4,72	500	5,18	750
				3,2		6,0		9,2		2,9		6,7		9,3
11.11.08	-//-	1 сут	4,93	250	4,99	496	5,03	744	4,47	244	4,87	496	5,50	746
				3,2		5,9		9,2		2,9		6,7		9,3
17.11.08	-//-	6 сут	5,65	246	5,46	492	5,34	740	5,34	242	5,41	496	5,64	742
				3,1		5,9		9,2		2,9		6,6		9,3
19.11.08	-//-	2 сут	5,70	244	5,49	490	5,29	738	5,36	240	5,72	496	5,81	740
				3,0		5,8		9,02		2,7		6,4		9,3
21.11.08	-//-	2 сут	5,55	240	5,72	490	5,52	738	5,49	238	5,87	496	5,83	738
				3,0		5,8		9,2		2,6		6,4		9,3
25.11.08	-//-	4 сут	5,56	238	6,03	488	5,85	734	5,79	234	5,99	496	6,07	736
				2,9		5,7		9,2		2,6		6,3		9,3
27.11.08	-//-	2 сут	5,60	238	6,03	488	6,14	734	5,88	234	6,03	496	6,13	736

продолжение таблицы 3.38.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				2,9		5,7		9,2		2,6		6,3		9,3
1.12.08	-//-	4 сут	5,71	232	6,11	484	6,22	728	5,88	228	6,08	492	6,20	728
				2,8		5,6		9,2		2,5		6,2		9,3
3.12.08	-//-	2 сут	5,69	230	6,06	482	6,22	728	5,94	224	6,05	492	6,18	728
				2,8		5,6		9,2		2,5		6,2		9,3
9.12.08	-//-	6 сут	5,85	228	6,26	478	6,47	724	6,09	220	6,20	486	6,33	726
				2,8		5,6		9,2		2,5		6,20		9,3
11.12.08	-//-	2 сут	5,80	226	6,26	478	6,48	722	5,99	220	6,21	486	6,36	726
				2,8		5,5		8,9		2,4		6,2		9,3
15.12.08	-//-	4 сут	5,88	224	6,28	474	6,55	718	5,97	218	6,19	482	6,31	724
				2,7		5,5		8,9		2,3		6,2		9,2
19.12.08	-//-	4 сут	5,86	222	6,27	472	6,56	718	6,0	216	6,17	480	6,34	722
				2,7		5,5		8,9		2,2		6,2		9,2
24.12.08	-//-	5 сут	5,99	220	6,39	470	6,69	714	6,11	212	6,29	478	6,34	720
				2,7		5,5		8,9		2,2		6,2		9,2
Прирост рН через 47 сут.			+1,27		+1,59		+1,89		+1,79		+1,57		+1,16	
<b>Прирост рН</b> через 47 сут на 1г затопленного грунта и на 1г создавшегося слоя воды .														
На 1г грунта			0,0254	50	0,0159	100	0,0126	150	0,0179	100	0,0157	100	0,0116	100
На 1г воды			0,0058	220	0,0034	470	0,0026	714	0,0084	212	0,0035	478	0,0016	720
На 1г (вода+грунт)			0,0047	270	0,00279	570	0,0022	864	0,0057	312	0,0027	578	0,0014	820
Соотношение – гр:в				1:5		1:5		1:5		1:2,5		1:5		1:75
<b>Изменение 2 –рН</b> после длительного отстоя в закрытом сосуде														
22.01.09	Через	30сут												
Верхний слой			6,09	210	5,48	466	5,41	698	6,03	198	5,62	470	5,48	704
Средний слой			-	2,5	5,45	5,3	5,40	8,7	-	2,2	5,61	6,0	5,49	9,0
Нижний слой			-	-	5,49	-	5,40	-	-	-	5,64	-	5,51	-
19.02.09	Через	28сут												
Верхний слой			4,62	202	5,05	450	5,50	696	6,07	198	5,57	460	4,46	704
Средний слой			-	2,4	5,03	5,2	5,55	8,5	-	2,1	5,54	5,7	4,38	8,9
Нижний слой			-	-	5,04	-	5,47	-	-	-	5,55	-	4,40	-

Таблица 3.38.3 – Изменение рН стоячей воды по периодам отстоя в сосуде с открытой и закрытой поверхностью. **Вариант 3** Грунт супесчаный с растительными и гумусовыми остатками (из опыта 32).

(Емкость сосуда – 1 л).

Дата определения рН воды	Показатели		Сосуд 1		Сосуд 2		Сосуд 3	
	Вид.	Ед. измер.	рН	$\frac{W_{в,г}}{h_{в, см}}$	рН	$\frac{W_{в,г}}{h_{в, см}}$	рН	$\frac{W_{в,г}}{h_{в, см}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
13.11.08	Начало							
Грунт залили водой после предварительной замочки 1:1 в течении 3-х суток, не перемешивали.								
Отстой в открытом и закрытом сосуде.								
<b>Грунт</b> тип супесчаный с растительными остатками.								
	Уд. актив.	Бк/кг	13790	-	13790	-	13790	-
	Масса, $W_{г,р}$	г	100		100		100	
	слой, h	см	2,0		2,0		2,5	
	<b>Вода</b>	тип	дистил.		дистил.		дистил.	
	Масса, $W_{в}$	г	250		500		750	
	слой, h	см	3,3		6,5		9,5	
<b>Изменение 1 - рН после отстоя в открытом сосуде.</b>								
17.11.08	Через – 4 сут.		4,32	250	4,75	500	5,35	750
				3,0		6,2		9,2
<b>Изменение 2- рН после отстоя в закрытом сосуде.</b>								
19.11.08	Через	- 2сут	5,37	244	5,19	499	5,44	747
				3,0		6,2		9,2
21.11.08	---	2 сут	5,51	240	5,83	498	5,65	747
				2,9		6,2		9,2
25.11.08	---	4 сут	5,37	236	6,0	498	6,13	747
				2,9		6,2		9,2
27.11.08	---	2 сут	5,65	230	5,95	498	6,10	746
				2,9		6,2		9,2
1.12.08	---	4 сут	5,85	228	6,23	497	6,36	745
				2,7		6,1		9,0
3.12.08	---	2 сут	6,05	226	6,20	495	6,26	743
				2,7		6,1		9,0
9.12.08	---	6 сут	6,13	224	6,27	493	6,41	739
				2,7		6,1		9,0
11.12.08	---	2 сут	6,05	222	6,32	491	6,41	739
				2,6		6,1		9,0
15.12.08	---	4 сут	6,08	220	6,33	491	6,41	737
				2,6		6,1		8,9
19.12.08	---	4 сут	6,11	216	6,31	487	6,50	733
				2,6		6,0		8,9
24.12.08	---	5 сут	6,08	214	6,30	485	6,48	731
				2,5		6,0		8,8
Прирост рН через		- 45 сут	+1,76		+1,55		+1,13	
Прирост рН через 45 сут на 1г затопленного грунта и на 1г создавшегося слоя воды :								
На 1г грунта.			0,0176	100	0,0155	100	0,0113	100
На 1г воды			0,0082	214	0,0032	485	0,00155	731
На 1г (вода+грунт)			0,0056	314	0,00265	585	0,00136	831
Соотношение – гр:в				1:2,5		1:5		1:7,5
<b>Изменение 3 - рН после длительного отстоя в закрытом сосуде.</b>								
22.01.09	Через	30сут						
Верхний слой			6,18	210	5,45	477	5,36	723
Средний слой			-	2,2	5,41	5,8	5,34	8,6
Нижний слой			-	-	5,42	-	5,30	-
19.02.09	Через	28сут						
Верхний слой			5,58	198	5,47	467	5,58	717
Средний слой			-	2,2	5,51	5,8	5,54	8,6
Нижний слой			-	-	5,50	-	5,54	-

Таблица 3.38.4 – Изменение pH стоячей воды по периодам отстоя в сосуде с закрытой поверхностью. **Вариант 4.** Грунт суглинистый с малой радиоактивностью – 240Бк/кг. (Емкость сосуда – 1 литр).

Дата определения pH воды	Показатели		Температура в ком. t <sup>0</sup> C	Сосуд 1		Сосуд 2		Сосуд 3		Сосуд 4		Сосуд 5	
	Вид	Ед. измер.		pH слоя	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{ см}}$	pH слоя	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{ см}}$	pH слоя	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{ см}}$	pH слоя	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{ см}}$	pH слоя	$\frac{W_{B_2, \Gamma}}{h_B, \text{ см}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Начало												
	Воду и грунт перемешивали – 3 мин												
	Вода дистиллированная.												
	Отстой в закрытом сосуде.												
16.01.09	<b>Грунт</b>	тип	-	Суглинистый, из парка п. Кокино.									
	Уд. актив.	Бк/кг	-	240	-	240	-	240	-	240	-	240	-
	Масса, W <sub>гр</sub>	г		50		100		50		100		150	
	слой, h	см		2		2,7		1,7		2,7		3,7	
	<b>Вода</b>	тип		дистил.		дистил.		дистил.		дистил.		дистил.	
	Масса, W <sub>в</sub>	г		250		250		750		750		750	
	слой, h	см		2,5		2,3		9,5		9,0		8,5	
	<b>Изменение pH</b> после отстоя в закрытом сосуде.												
16.01.09	pH мутной воды.												
	Через-	<b>5 мин.</b>	20,6										
	Верхний слой			5,96	250	5,70	250	6,14	750	5,97	750	6,02	750
	Средний слой			-	2,5	-	2,3	6,16	9,5	6,06	9,0	6,03	8,5
	Нижний слой.			-		-	-	6,13		6,0		6,05	
19.01.09	Через	3сут	21										
	Верхний слой			6,14	248	5,88	250	6,16	748	6,15	748	6,45	748
	Средний слой			-	2,5	-	2,3	6,12	9,5	6,16	8,8	6,45	8,3
	Нижний слой.			-		-	-	6,09		6,13		6,52	
21.01.09	Через	2 сут	22,5										
	Верхний слой			6,40	246	6,35	244	6,70	744	6,56	744	6,73	738
	Средний слой			-	2,5	-	2,2	6,60	9,5	6,45	8,7	6,29	8,2
	Нижний слой.			-		-	-	6,50		6,37		6,32	
27.01.09	Через	6 сут	24										

продолжение таблицы 3.38.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Верхний слой				7,21	242	7,19	242	6,85	740	6,83	740	6,90	734
Средний слой				-	2,4	-	2,1	6,84	9,4	6,84	8,7	6,92	8,1
Нижний слой.				-		-	-	6,74		6,77		6,88	
30.01.09	Через	3 сут	22										
Верхний слой				7,21	242	7,10	240	7,07	738	6,93	736	6,97	730
Средний слой				-	2,4	-	2,1	7,02	9,4	6,93	8,6	6,93	8,0
Нижний слой.				-		-	-	6,94		6,83		6,90	
10.02.09	Через	11 сут	24										
Верхний слой				7,69	238	7,51	234	7,05	732	7,04	732	7,03	724
Средний слой				-	2,4	-	2,9	6,99	9,3	7,09	8,6	7,04	7,8
Нижний слой.				-		-	-	6,93		7,04		7,04	
19.02.09	Через	9 сут	24										
Верхний слой				7,01	234	7,09	232	7,0	728	7,15	728	7,20	716
Средний слой				-	2,3	-	1,9	6,98	9,3	7,17	8,8	7,23	7,8
Нижний слой.				-		-	-	6,80		7,03		7,12	
24.02.09	Через	5 сут	20										
Верхний слой				7,21	232	7,07	230	7,11	724	7,12	724	7,18	712
Средний слой				-	2,3	-	1,9	7,09	9,2	7,06	8,6	7,15	7,8
Нижний слой.				-		-	-	7,06		6,99		7,05	
<b>Прирост рН через 39 сут по слоям воды.</b>													
Верхний слой				+1,25		+1,37		+0,97		+1,15		+1,16	
Средний слой				-				+0,93		+1,0		+1,12	
Нижний слой.				-		-		+0,93		+0,99		+1,0	
Общий				1,25		1,37		0,943		1,047		1,093	
<b>Прирост рН через 39 сут на 1г затопленного грунта и на 1г создавшегося слоя воды.</b>													
На 1г грунта				0,025	50	0,0137	100	0,0194	50	0,0115	100	0,0075	150
На 1г воды.				0,0054	232	0,0068	230	0,00134	724	0,0016	724	0,00163	712
На 1г (вода + грунт)				0,00443	282	0,00415	330	0,00125	774	0,0014	824	0,00135	862
Соотношение – Гр:в					1:5		1:2,5		1:15		1:7,5		1:5

Таблица 3.38.5 – Изменение рН стоячей воды по периодам отстоя в сосуде с закрытой поверхностью.

**Вариан 5** Грунт –песок из карьера «4 сосны».(Емкость сосуда – 1 л).

Дата определения рН воды	Показатели		Сосуд 1		Сосуд 2		Сосуд 3		Сосуд 4	
	Название	Ед. измер.	Общ. рН	$\frac{W_{B.G}}{h_{B, CM}}$	Общ. рН	$\frac{W_{B.G}}{h_{B, CM}}$	Общ. рН	$\frac{W_{B.G}}{h_{B, CM}}$	Общ. рН	$\frac{W_{B.G}}{h_{B, CM}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Начало									
	Воду и грунт не перемешивали .									
	Отстой в закрытом сосуде.									
	<b>Грунт</b>	тип	п-дно к		п-(д+б)		п- бровка		п - бровка	
	Уд. актив.	Бк/кг	21,1	-	309	-	5597	-	5597	-
	Масса, $W_{гр}$	г	100		100		100		100	
	слой, h	см	1,5		1,5		2		2	
	<b>Вода</b>	тип	дистил.		дистил.		дистил.		дистил.	
	Масса, $W_B$	г	500		500		500		500	
	слой, h	см	6,8		6,7		6,0		6,2	
	рН		5,7		5,7		5,7		5,7	
	<b>Изменение 1-рН после отстоя.</b>									
21.11.08	Начало		6,9	500	7,04	500	6,93	500	6,9	500
				6,8		6,7		6,0		16,2
25.11.08	Через	1 сут	7,34	498	7,52	498	7,39	496	7,35	494
				6,7		6,5		6,0		6,0
27.11.08	-//-	2 сут	7,39	496	7,60	498	7,48	494	7,38	494
				6,7		6,5		6,0		6,0
1.12.08	-//-	4 сут	6,67	494	7,77	498	7,62	492	5,56	492
				6,6		6,5		6,0		6,0
3.12.08	-//-	2 сут	7,75	494	7,72	494	7,73	490	7,61	490
				6,6		6,5		6,0		6,0
9.12.08	-//-	6 сут	8,21	490	8,18	492	7,88	488	7,81	488
				6,6		6,5		5,9		6,0
	Перемешали воду и грунт – 3 мин перемешали.									
	<b>Изменение 2 – рН – после отстоя.</b>									
9.12.08	2 <sup>20</sup> час		7,83	490	7,92	492	7,44	488	7,44	488
				6,6		6,4		5,9		6,0
11.12.08	Через	2 сут	8,11	490	7,96	490	7,73	480	7,65	484
				6,5		6,4		5,9		6,0
15.12.08	-//-	4 сут	7,98	488	7,96	488	7,62	478	7,69	484
				6,5		6,4		5,8		5,9
19.12.08	-//-	4 сут	7,98	486	7,96	488	7,56	476	7,67	482
				6,5		6,4		5,7		5,8
24.12.08	-//-	5 сут	8,02	484	8,05	484	7,80	474	7,78	478
				6,5		6,4		5,7		5,8
	Прирост рН через 33 сут.		+1,12		+1,01		+0,87		+0,88	
18.03.09	Плотность воды		992 кг/м <sup>3</sup>		992,5 кг/м <sup>3</sup>		993,5 кг/м <sup>3</sup>			
	<b>Прирост рН</b> воды, через 33 сут на 1г затопленного грунта и на 1г создавшегося слоя воды.									
	На 1г грунта		0,0112	100	0,0101	100	0,0087	100	0,0088	100
	На 1г воды		0,0023	484	0,0021	484	0,0018	474	0,0018	478
	На 1г (вода+грунт)		0,0019	584	0,0017	584	0,0015	574	0,0015	578
	Соотношение – гр:в			1:5		1:5		1:5		1:5
	<b>Изменение 3 - рН</b> воды после длительного отстоя									
22.01.09	Через	30сут								
	Верхний слой		7,75	476	7,79	478	7,55	464	-	-
	Средний слой		7,77	6,5	7,80	6,2	7,52	5,6	-	-
	Нижний слой		7,76	-	7,88	-	7,51	-	-	-
19.02.09	Через	28сут								
	Верхний слой		8,26	466	8,21	468	7,83	456	-	-
	Средний слой		8,27	6,3	8,22	6,1	7,87	5,5	-	-
	Нижний слой		8,25	-	8,21	-	7,81	-	-	-

Таблица 3.38.6- – Изменение рН воды над слоем грунта с разной радиоактивностью затоплен-  
ных одинаковым количеством воды.

№ таблицы, № сосуда	Удель- ная актив- ность. грунта.  Бк/кг	Отстой воды  сут.	Компоненты в сосуде			рН воды в ед. рН		Прирост рН воды в ед. рН		
			Соотно- шение: <u>грунт</u> вода	Масса грунта.  г	Масса воды. <u>начало</u> конец  г	Нача- ло	Ко- нец.	Общее	На 1г (вода+ грунт)	Измене- ние  +      -
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>I</b> Изменение рН воды в закрытом сосуде, глубина воды 2,5-3 см.										
3.38.2										
Сосуд 1	13790	47	1:5	50	250 (220)	4,72	5,99	1,27	0,0047	
Сосуд 4	13790	47	1:2,5	100	250 (212)	4,32	6,11	1,79	0,0057	+0,001
3.38.4										
Сосуд 1	240	39	1:5	50	250 (232)	5,96	7,21	1,25	0,0044	
Сосуд 2	240	39	1:2,5	100	250 (230)	5,70	7,07	1,37	0,0041	-0,0003
<b>II</b> Изменение рН воды в закрытом сосуде, глубина воды 6,0 см.										
3.38.2										
Сосуд 2	13790	47	1:5	100	500 (470)	4,81	6,39	1,59	0,00279	+0,00007
Сосуд 5	13790	47	1:5	100	500 (478)	4,72	6,29	1,57	0,00272	
<b>III</b> Изменение рН воды в закрытом сосуде, глубина воды 8,5:9 см.										
3.38.2										
Сосуд 6	13790	47	1:7,5	100	750 (720)	1,16	5,18	6,34	0,0014	
Сосуд 3	13790	47	1:5	150	750 (714)	1,89	4,8	6,69	0,0022	+ 0,0008
3.38.4										
Сосуд 4	240	39	1:7,5	100	750 (724)	1,15	5,97	7,12	0,0014	
Сосуд 5	240	39	1:5	150	750 (712)	1,16	6,02	7,05	0,00135	-0,00005
3.38.4										
Сосуд 3	240	39	1:11,5	50	750 (724)	0,97	6,14	7,06	0,00125	
Сосуд 4	240	39	1:7,5	100	750 (724)	1,15	5,97	7,12	0,0014	+0,00015
<b>IV</b> Изменение рН воды над однотипным грунтам, но с разной радиоактивностью, глубина воды – 6,2 ÷ 6 см.										
1. Песок и супесь с дна и бровки карьера «4 сосны».										
3.38.5										
Сосуд 1	21,4	33	1:5	100	500 (484)	1,12	6,9	8,02	0,0019	
Сосуд 2	309	33	1:5	100	500 (484)	1,01	7,04	8,05	0,0017	-0,0002
Сосуд 3	5597	33	1:5	100	500 (474)	0,87	6,93	7,80	0,0015	-0,0004
2. Супесчаный грунт из верхнего 10 см почвенного слоя с бровки карьера «4 сосны и под 4-мя сосна-ми.										
3.38.5										
Сосуд 3	5597	33	1:5	100	500 (484)	6,93	7,80	0,87	0,0015	
3.38.3										
Сосуд 2	13790	32	1:5	100	500 (485)	4,75	6,30	1,55	0,00265	+0,00115

### **III 3.15 Реабилитация существующих водоемов и поверхности почвы зараженной радионуклидами цезия – 137.**

#### **ОПЫТ: 39.**

#### **ОПЫТ 39. Закрепление илистой поверхности существующих прудов с помощью скрепляющих – цементирующих материалов.**

*Исходные данные к опыту 39.*

Изменение рН и радиоактивности мутной воды в существующих прудах, при внесении скрепляющих компонентов на поверхность илистых отложений, изучалось в лабораторных условиях при периодическом взмучивании поверхности слоя илистых отложений, затопленного слоем водопроводной воды, в стеклянных сосудах с открытой поверхностью.

В качестве илистых отложений использован грунт 2-х типов:

1. Ил верхнего слоя илистых отложений с удельной активностью – 2564 Бк/кг, из существующего пруда п Карпиловка, к-з «Ромашина», Злынковского р-на.
2. Радиоактивный грунт, представлен очень легкой супесчаной почвой, с множеством растительных и гумусовых остатков, плохо промачиваемого (при затоплении водой в сухом состоянии третья часть грунта всплывает). В настоящем опыте этот грунт использован вторично, после окончания опыта 38 (см. Часть III.3.14, таблица 3.38.1). Первоначальная удельная активность сухого измельченного грунта – 13790 Бк/кг.

В качестве скрепляющих компонентов использовались «известь – пушонка» и цементная пыль.

Для затопления илистых отложений использовалась чистая водопроводная вода, рН воды 7,50÷7,8 ед.рН.

В качестве емкости, для засыпки слоя ила и последующего его затопления водой и периодического взмучивания, использовались стеклянные емкости цилиндрической формы объемом 1,0л, d=10,0см, высотой – 15,5см, масса пустых емкостей 382÷416г.

Активность взмученной воды определялась на радиометре РУБ-01П6.

Для определения изменения кислотности воды при внесении скрепляющих компонентов, проводилось измерение активности ионов водорода (H<sup>+</sup>) в мутной воде с помощью ионометрического преобразователя И-500 по ТУ 4215-002-29074628-96, результаты измерений представлены в единицах рН (ед. рН).

*Цель проведения опыта 39.*

- Изучить снижение активности взмученной воды над слоем радиоактивных илистых отложений, при внесении на их поверхность скрепляющих компонентов.

- Разработать мероприятия предотвращающие или ограничивающие поступление радионуклидов на поверхность почвенного слоя в местах постоянного их скопления.

#### *Условия проведения опыта 39.*

Подготовка сухой пробы илистых отложений, засыпка и затопление слоя илистых отложений водопроводной водой в стеклянной емкости, взмучивание воды, измерение рН и радиоактивности мутной воды, проводились в определенной последовательности, после каждого периода взмучивания и отстоя мутной воды.

1. В настоящем опыте 38 исследовались изменения рН и активности мутной и отстоявшейся воды по 7-ми вариантам, в зависимости от разнообразия смешанных компонентов в сосуде и по 4-м вариантам, в зависимости от способа внесения скрепляющих компонентов.

#### **Разнообразие смешанных компонентов:**

Вариант 1 – ил с удельной активностью 2534 Бк/кг + «известь –пушонка» + водопроводная вода, (см. таблицы 3.39.1, 3.39.2, 3.39.3).

Вариант 2 – ил с удельной активностью 2534 Бк/кг + «известь –пушонка» + цементная пыль + водопроводная вода, (см. таблицы 3.39.1', 3.39.2', 3.39.3').

Вариант 3 – грунт с удельной активностью 13790 Бк/кг + цементная пыль + водопроводная вода, (см. таблицу 3.39.б.).

Вариант 4 – чистая водопроводная вода, (см. таблицу 3.39.4).

Вариант 5 – чистая водопроводная вода + «известь –пушонка», (см. таблицу 3.39.5).

Вариант 6 – чистая водопроводная вода + цементная пыль, (см. таблицу 3.39.7).

Вариант 7 – талая снеговая вода, (см. таблицу 3.39.8).

#### **Способы внесения скрепляющих компонентов.**

Вариант 1 – внесение «извести –пушонки» или цементной пыли на поверхность слоя воды, (см. таблицы 3.39.1, 3.39.1').

Вариант 2 – внесение «извести –пушонки» или цементной пыли на влажную поверхность ила, с последующей сушкой до образования твердой корки + затопление водой затвердевшего ила, (см. таблицы 3.39.2, 3.39.2').

Вариант 3 – внесение «извести –пушонки» или цементной пыли на сухую поверхность ила, с последующим рыхлением верхнего слоя на глубину 0,5см + замочка порыхленного слоя 1:1. Затопление проводится только, после сушки верхнего слоя до образования плотной корки, (см. таблицы 3.39.3, 3.39.3', 3.39.6).

Вариант 4 – тоже, что в варианте 3 + дополнительно, перед замочкой, вносится цементная пыль на поверхность порыхленного верхнего слоя.

2. Подготовка и засыпка радиоактивных илистых отложений в стеклянные емкости проводились по аналогии опыта 38 (см. Часть III.3.14).

Подготовленные сухие пробы илистых отложений засыпались в стеклянные сосуды емкостью 1,0 литр массой и активностью ила предусмотренной в соответствующем варианте настоящего опыта.

В опыте 39 исследовались 4-е варианта мероприятий по ограничению радиоактивности взмученной воды, для чего в 4-е одинаковых сосуда (1, 2, 3 и 6) емкостью – 1л, засыпался илистый грунт с разной степенью радиоактивности.

- В сосуды 1; 2; 3 засыпан ил с удельной активностью 2534 Бк/кг, массой по 242г в каждый сосуд, с использованием в качестве скрепляющего компонента «известь – пушонку».

- Сосуды 1', 2', 3' - это же сосуды 1, 2, 3 в которых использовался дополнительно к «извести -пушонки» новый скрепляющий компонент цементная ПЫЛЬ.

- В сосуд 6-ть засыпан грунт с удельной активностью 13790 Бк/кг, массой 190г, с использованием в качестве скрепляющего компонента цементной пыли.

Масса засыпанного грунта и скрепляющих компонентов контролировалась на электронных весах с точностью до 1,0 грамма.

Поверхность засыпанного грунта выравнивалась легким встряхиванием сосуда круговыми движениями в горизонтальном направлении. Слой засыпанного грунта фиксировался с помощью мерной линейки по наружной стороне сосуда.

### 3. Затопление илистого грунта водопроводной водой и схема внесения скрепляющих компонентов.

- В каждый сосуд с илом заливалось определенное количество водопроводной воды.

Воду заливали в сосуд с илом осторожно с помощью черпака.

Воду и грунт не перемешивали, чтобы не способствовать всплыванию мельчайших (более активных частиц к поверхности слоя затопленного илистого грунта.

- В каждый сосуд с илом вносились скрепляющие компоненты различным способом, но способ внесения извести-пушонки в сосудах 1; 2; 3 и цементной пыли в сосудах 1'; 2'; 3' идентичны между собой и подробно описаны в таблицах:

таблица 3.39.1 (1') для сосудов 1 и 1';

таблица 3.39.2 (2') для сосудов 2 и 2';

таблица 3.39.3 (3') для сосудов 3 и 3';

таблица 3.39.6 для сосуда 6.

- Схема внесения скрепляющих компонентов в сосуды:

в сосуды 1 и 1' – ил + вода слоем 9,9см (затопление) + «известь – пушонка» (или цементная пыль) на поверхность воды + легкое размешивание скрепляющего компонента в верхнем 1,5 слое воды;

в сосудах 2 и 2' –на влажную поверхность ила + «известь – пушонка» (или цементная пыль) + сушка + вода слоем 10 см (затопление);

в сосудах 3 и 3' – на сухую поверхность ила + «известь – пушонка» (или цементная пыль) + рыхление ила на глубину 0,5см + замочка 1:1 + сушка + вода слоем 10 см (затопление);

в сосуде 6— то же, что в сосуде 3' на поверхность сухого супесчаного грунта с растительными и гумусовыми остатками.

#### 4. Взмучивание и отстой воды, отбор проб воды для определения рН и активности.

- Степень взмученности слоя стоячей воды над затопленным илом, определялась активностью мутной воды.

- Взмучивание воды проводилось в сосуде, после мероприятий по ограничению всплывания радионуклидов вместе со взвесями, по истечении 1÷10 суток.

- Взмучивание отстоявшейся воды в сосуде проводилось пластмассовой вилкой, опущенной до середины образовавшегося слоя стоячей воды. Взмучивание проводилось движением вилки по горизонтальному кругу на одной и той же глубине в течении 1 мин. (60 движений по кругу).

- Проба для определения рН и активности воды отбиралась, сразу после взмучивания, с помощью медицинского шприца массой – 200г из верхнего слоя затопления.

- После определения рН и активности взмученной воды, проба воды 200г возвращалась опять в свой сосуд. Воду возвращали в сосуд осторожно, выливали с помощью черпака.

- рН отстоявшейся воды проверяли для трех слоев создавшегося слоя затопления:

1. из верхнего 1,5 слоя;

2. из середины создавшегося слоя;

3. из придонного слоя 1÷1,5см над илистым слоем грунта.

- Пробу воды для определения рН отстоявшейся воды отбирали массой 50г с помощью медицинского шприца.

#### 5. Определение рН и активности мутной воды.

- Определение рН воды проводилось с помощью ионометрического преобразователя И-500 так же, как в опыте 38 (см. Часть III.3.14).

- Активность мутной воды определяли на радиометре РУБ-01П6 в измерительном контейнере кюветка «Маринелли», с навеской – 100г, при оптимальной емкости счета  $64C'$  импульса, и соответствующей статической погрешности единичного измерения – 25%.

#### *Анализ и вывод к опыту 39.*

Основные условия проведения опыта и результаты изменения рН воды и активности, в зависимости от разнообразия смешанных компонентов в сосуде и от способа внесения скрепляющих компонентов, приведены в **таблицах 3.39.1 ÷ 3.39.9.**

**1. Изменение рН и активности мутной водопроводной воды, при внесении 1г «извести-пушонки» на поверхность воды над илом, с удельной активностью 2534 Бк/кг, см. таблицу 3.39.1.**

- Через 10 суток отстоя мутной воды в сосуде с открытой поверхностью, после внесения 1г «извести – пушонки», произошло увеличение рН отстояв-

шейся воды на 1,5ед. рН, по сравнению с рН отстоявшейся воды без скрепляющих компонентов, (см. таблицу 3.39.1., измерения 25.12.08г и 5.01.09г).

- Внесение «известии-пушонки» и в чистую водопроводную (см. таблицу 3.39.5) и в отстоявшуюся взмученную воду (см.таблицу 3.39.1) способствует, в начале повышению рН до 12÷11 ед.рН и через 10-15 суток отстоя, рН снижается до уровня (8,63 ед.рН) чистой водопроводной воды, отстоявшейся в сосуде с открытой поверхностью в течении 1 сут (см.таблицу 3.39.4).

- Активность взмученной воды, после внесения «известии-пушонки» на поверхность создавшегося слоя, растет по сравнению с первоначальным – 53,8 Бк/кг, после каждого очередного взмучивания и при первом (см.измерение 28.01.09г) внесении известии.

- Следовательно, «известии-пушонка», внесенная на поверхность создавшегося слоя стоячей воды и осевшая на поверхность илистых отложений, не способствует ограничению взмучивания и всплыванию радионуклидов, а наоборот способствует росту активности взмученной воды.

- рН взмученной и отстоявшейся воды, после каждого периода отстоя в открытом сосуде, снижается и рН придонного слоя, всегда ниже верхнего, в создавшемся слое воды.

## **2. Изменение рН и активности мутной водопроводной воды, при внесении 1г «известии-пушонки» на поверхность влажного ила, см. таблицу 3.39.2.**

- Создававшаяся известковая корка, при сушке, на поверхности ила, после повторного затопления водопроводной водой слоем 10 см, размокает.

- Активность взмученной воды, после первого затопления, остается в пределах соответствующей активности при взмучивании воды над илом без скрепляющих компонентов, но через 3-и взмучивания активность взмученной воды увеличивается в 2 раза, (см.измерение 6.01.09г и 16.01.09г).

- При повторном внесении известии на поверхность влажного ила, активность взмученной воды остается равной наибольшей активности, достигнутой при первом внесении известии.

Первое внесение известии :

взмучивание 1, измерение 6.01.09г – активность 53,4 Бк/кг;

взмучивание 4, измерение 16.01.09г – активность 74,4 Бк/кг.

Повторное внесение известии:

взмучивание 1, измерение 23.01.09г – активность 76,4 Бк/кг;

взмучивание 4, измерение 5.02.09г – активность 85,9 Бк/кг.

- При внесении известии на поверхность влажного ила, с последующей сушкой, не происходит повышения рН в слое стоячей воды при затоплении, при взмучивании и отстое, выше, чем рН при отстое чистой водопроводной воды в течении 1 суток, (см. таблицу 3.39.4, рН–8,63 ед.рН).

## **3. Изменение рН и активности мутной водопроводной воды, при внесении 1г «известии-пушонки» на поверхность сухого ила, с последующим рыхлением на глубину 0,5 см, (см. таблицу 3.39.3).**

- При внесении известии на сухую поверхность с последующим рыхлением на глубину 0,5см, рН в слое стоячей воды при затоплении, при взмучивании и

отстое не повышается выше, чем рН чистой водопроводной воды, после отстоя с открытой поверхностью в течении 1 сут, (см. таблицу 3.39.4, где рН=8,63 ед.рН; см. таблицу 3.39.3, где рН залитой воды 5.12.08г составляет 7,9 ед.рН, рН взмученной воды – 8,21 ед.рН).

- рН воды взмученной и отстоявшейся снижается, после каждого периода отстоя с открытой поверхностью.

- Создавшийся плотный известково-илистый слой на поверхности, после затопления, размокает, но на поверхности остается сплошная гибкая структура, которая легко прокалывается.

- При первом внесении извести, активность мутной воды, после 4-х взмучиваний, оставалась равной активности мутной воды над илом без внесения скрепляющих компонентов, в пределах 53,4÷46 Бк/кг.

- При повторном внесении извести на сухую поверхность с рыхлением, активность взмученной воды, после каждого периода отстоя, оставалась меньше или равной активности мутной воды над илом без внесения скрепляющих компонентов, в пределах 37,9÷52,5 Бк/кг.

- Известь, внесенная на сухую поверхность ила с последующим рыхлением, может выполнять роль скрепляющего компонента для снижения активности взмученной воды в существующих прудах.

- Этот метод по снижению активности взмученной воды рекомендуется не как основное (первоначальное) мероприятие, а как последующее (повторяющееся через 2-3 года) на прудах, где выполнялось основное мероприятие по ограничению взмучивания и всплывания радионуклидов.

#### **4. Изменение рН чистой водопроводной воды, в зависимости от продолжительности отстоя, см. таблицу 3.39.4.**

- При отстое водопроводной воды в сосуде с открытой поверхностью ее значение рН прирастает на 0,8 ед.рН уже через сутки.

- При последующем отстое в сосуде с открытой поверхностью рН воды изменяется, но незначительно. За 25 суток отстоя в открытом сосуде рН воды приросло на 0,1 ед.рН, по сравнению с первоначальным приростом, см. Таблицу 3.39.4:

- начальное измерение, вода только что залита из крана, от 23.12.08г – рН воды 7,83 ед.рН;

- первое измерение, после 1-х суток отстоя, рН воды – 8,63 ед.рН;

- измерение после 25 суток отстоя, рН воды – 8,73 ед.рН.

#### **5. Изменение рН водопроводной воды при внесении 0,5г «известки-пушонки», в зависимости от продолжительности отстоя, см. таблицу 3.39.5.**

- При перемешивании чистой водопроводной воды с внесенной известью, рН воды повышается еще значительно, чем при внесении цементной пыли, (см. таблицу 3.39.7 и 3.39.5).

- При перемешивании компонентов (известь + вода ) известь вся всплыла на поверхность воды сплошным слоем. Через 3-е суток отстоя в сосуде с закрытой поверхностью, как только сосуд открыли, известь, сразу стала опускаться

на дно и окрашивать воду в мутно-белесый цвет и рН воды в сосуде возросло, против первоначального на 0,14 ед.рН (с 12.1 ед.рН до 12.24 ед.рН).

- «Известь-пушонка» в воде не кристаллизовалась, не образовывались твердые комочки. Известь всплывала при взмучивании и оседала на дно в виде отдельных пылинок, сплошным слоем.

- В течении первых 3-х суток отстоя воды в открытом сосуде, рН ее снизилось незначительно, только на 0,46 ед.рН, при последующем отстое воды в открытом сосуде в течении 10 сут, рН воды резко снизилось, с 11,48 ед.рН до 8,87 ед.рН.

Такого резкого снижения рН воды, при внесении цементной пыли, не произошло.

-При последующих отстоях воды с внесенной известью и в открытом, и в закрытом сосуде, рН воды соответственно снижалось или повышалось от значения рН равное 8,87 ед.рН, (см. таблицу 3.39.5, измерения от 5.01.09г).

- В закрытом сосуде частички (пылинки) извести только в начале опыта (см. измерения от 22.02.09г) поднялись вверх.

**6. Изменение рН и активности мутной водопроводной воды, при внесении 3г цементной пыли на сухую поверхность измельченного супесчаного грунта с гумусовыми и растительными остатками, с последующим рыхлением на глубину 0,5÷0,7 см, см. таблицу 3.39.6.**

- При внесении цементной пыли 3г на сухую поверхность измельченного грунта, с последующим рыхлением на глубину 0,5-0,7см, рН в слое стоячей воды при затоплении, взмучивании и отстое с открытой поверхностью, не повышается выше, чем рН чистой водопроводной воды после отстоя в течении 1 суток:

- см. таблицу 3.39.4, где рН воды –8,63 ед. рН;

- см. таблицу 3.39.6, где рН залитой воды 19.01.09г равно 6,88 ед.рН, рН отстоявшейся воды в течении 3 суток равно – 8,06 ед. рН, рН взмученной воды – 8,28 ед. рН.

- При внесении повторно цементной пыли 6г на поверхность создавшегося слоя воды, рН в слое стоячей воды при затоплении, взмучивании и отстое с открытой поверхностью значительно выше, чем рН чистой водопроводной воды, после отстоя в течении 1 суток, (см. таблицу 3.39.4, где рН–8,63 ед. рН) и держится в пределах рН водопроводной воды +2г цементной пыли, при отстое с открытой поверхностью не менее 20 суток, (см. таблицу 3.39.7, где рН от 11,43 до 9,78 ед. рН).

- Внесение цементной пыли, прямо, в воду способствует повышению рН создавшегося слоя воды, а внесение на поверхность грунта, с последующей сушкой и рыхлением, снижает рН до уровня рН чистой воды, после отстоя в течении 1 суток с открытой поверхностью.

- При внесении 3г цементной пыли в грунт, с множеством гумусовых и растительных остатков, не достаточно, чтобы создавался плотный слой, который продолжительное время способствовал снижению активности взмученной воды в создавшемся слое.

После 5-ти взмучиваний, активность мутной воды резко увеличилась с 22 до 344 Бк/кг и достигла активности мутной воды над слоем грунта без скрепляющих компонентов.

- Повторное внесение цементной пыли – 6г на поверхность создавшегося слоя воды, не способствовало снижению активности мутной воды, а наоборот ускорило повышение ее активности. После второго взмучивания активность мутной воды достигла 291,5 Бк/кг.

- Внесение в третий раз цементной пыли – 6г на поверхность сухого грунта с последующим рыхлением, способствовало снижению активности взмученной воды. Через 12 взмучиваний активность мутной воды держалась в пределах  $23,6 \div 60,4 \div 30,6$  Бк/кг, см. таблицу 3.39.6.

- рН воды создавшегося слоя, оставалась в пределах  $8,51 \div 8,60$ , что на единицу больше водопроводной воды.

#### **7. Изменение рН водопроводной воды при внесении 2,0г цементной пыли, в зависимости от продолжительности отстоя, см. таблицу 3.39.7.**

- При перемешивании чистой водопроводной воды с цементной пылью резко повышается рН воды и после продолжительного отстоя слабо снижается.

- Цемент опускается на дно и в течении 2-х суток схватывается под слоем воды и образуется на дне сосуда сплошной плотный слой. Эта корка под водой не разрушилась в течении 40 дней наблюдений.

- При возвращении в сосуд пробы воды, 50г отобранные для измерения рН воды, происходит взмучивание (всплывание небольшого количества белых – известковых пылинок) и окрашивание воды в мутно-белесый цвет.

- рН отстоявшейся воды, после каждого периода отстоя:

в открытом сосуде снижалось, а рН нижнего слоя воды оставалось выше верхнего;

в закрытом сосуде, в начале рН увеличилось на 0,38 ед.рН и при последующих отстоях стало то же уменьшаться и рН нижнего слоя воды оставалась выше верхнего.

#### **8. Изменение рН водопроводной и снеговой воды, в зависимости от ее температуры, см. таблицу 3.39.8.**

- Отмечаем сразу, что снеговая вода более кислая, чем водопроводная. В начале опыта при температуре воды  $24,5^0$  рН снеговой воды 6,42 ед. рН, водопроводной 8,16 ед. рН.

- При хранении в холодных ( $5^0 \div 10^0\text{C}$ ) и теплых ( $20^0 \div 24,5^0\text{C}$ ) условиях одной и той же воды рН ее отличается на 0,2-0,4 ед. рН. Охлажденная вода всегда имеет большее значение рН, чем теплая.

- При изменении температуры воды в сторону увеличения, рН любой воды, не зависимо от условий предварительного хранения, (холодные или теплые) снижается.

Значение рН, при подогреве до определенной температуры ( $24,5^0\text{C}$ ), холодной воды снижается быстрее, чем теплой.

- При хранении чистой снеговой и водопроводной воды продолжительное время (с открытой поверхностью), рН воды увеличивается в начале периода хранения, и в последствии достигает какого-то определенного значения, в за-

висимости от физико-химических свойств окружающей среды и температурных условий.

- рН любой воды (раствора) напрямую зависит от активности ионов  $H^+$  и температурных условий. В холодной воде активность ионов  $H^+$  меньше, поэтому и рН воды выше, чем в теплой воде.

- рН стоячей воды, в сосуде с открытой поверхностью (см. Часть Ш.3.14, опыт 38) над слоем радиоактивного грунта, в начале уменьшается при длительном хранении, а не увеличивается, как при хранении чистой воды.

### **9. Мероприятия предотвращающие и ограничивающие всплывание радионуклидов вместе со взвесями в стоячей воде существующих прудов, при взмучивании придонного ила.**

Первоначальные мероприятия на существующих прудах с толстым слоем радиоактивного ила:

- Воду необходимо спускать в весенне – летний период.

- Придонный слой ила должен высохнуть до состояния полевой влагоемкости.

- Производится глубокая вспашка (не менее 40см) с переворотом пласта, чтобы верхний, наиболее радиоактивный, слой илистых отложений был покрыт нижним слоем ила, менее радиоактивным.

- На поверхность перевернутого пласта наносится слой скрепляющего материала (известь -пушонка, цементная пыль).

- Сразу, после нанесения слоя скрепляющего материала, производится рыхление (тщательное перемешивание) верхнего слоя илистых отложений на глубину 10-15см.

- После перемешивания ила и скрепляющего материала, производится замочка (полив) порыхленного слоя, с помощью дождевальной техники.

- На смоченную поверхность (на слой воды до 1 см), наносится дополнительно тонкий слой скрепляющего материала.

- После полива, замоченный слой должен высохнуть 3-4 суток, для затвердевания слоя и полного схватывания цементирующего материала.

- После затвердевания верхнего 10 см слоя, пруд заполняется водой.

- Краткая схема первоначальных мероприятий:

- Спуск воды + сушка ила + переворот пласта (вспашка 40 см) + скрепляющий материал + рыхление верхнего 10 см слоя + замочка (полив) + на поверхность замочки тонкий слой скрепляющего материала + сушка (схватывание) + затопление пруда водой.

Ежегодные мероприятия, повторяющиеся через 2-3 года, после первоначальных (Вариант 1).

1. Спуск воды осенью.

2. Сушка верхнего слоя.

3. На высохший слой ила наносится скрепляющий материал известь – пушонка или цементная пыль ровным слоем по всему ложу пруда.

4. Рыхление на глубину 10-15 см и смачивание, разрыхленного слоя (дождевание).

5. Весной пруд затопляется водой.

Ежегодные мероприятия, повторяющегося через 2-3 года после первоначальных (Вариант 2).

1. Вода из пруда спускается частично, через донный водоспуск, чтобы уменьшить глубину воды в пруде, для предупреждения стекания воды по поверхности зеркала пруда при внесении скрепляющего материала.

2. На установившуюся водную поверхность зеркала пруда наносится скрепляющий материал из цементной пыли, которая оседая на поверхность илистых отложений создает плотную корку.

**10. Мероприятия по снижению радиоактивности на поверхности почвы и в местах постоянного скопления радионуклидов.**

На паханных землях, в радиоактивной зоне, радионуклиды  $^{137}\text{Cs}$  в основном располагаются в верхнем 15-20 см почвенном слое, в результате перемешивания грунта при с/х обработке почвы.

Без промывочных поливов и при с/х обработке сухой почвы, когда происходит подъем слоя пыли над поверхностью, радионуклиды остаются без особого перемещения в 20 см пахотном слое.

Ежегодное внесение в почву калийных удобрений, повышает радиоактивность пахотного слоя 15-20см, т.к. удобрение  $\text{КСI}$  очень радиоактивно, его удельная активность, составляет 2730 Бк/кг.

Питательные вещества в растения поступают, только в ионной форме, следовательно, без наличия воды отсутствует полноценное питание растений, т.к.:

- отсутствуют ионы;
- отсутствует их подвижность;
- корни растений сосут питательные вещества из нижних слоев почвы, где радионуклидов меньше и меньше питательных веществ;
- при поливах корни у растений располагаются в 20 см слое, где радиоактивность больше.

Для снижения радиоактивности верхнего 20 см слоя следовало бы проводить следующие мероприятия:

- на поверхность почвы внести цементную пыль;
- перемешать ее в 10 см слое дисковыми боронами;
- провести полив (замочку) 10 см слоя;
- дать просохнуть 10 см слою до влажности, когда можно проводить рыхление без образования пыли с/х агрегатами;
- произвести глубокую вспашку с переворотом пласта на 40см;
- последующие вспашки не пахать глубже 20 см.

Подобные мероприятия следует проводить в населенных пунктах при создании газонов.

Таблица 3.39.1 Изменение рН и активности взмученной воды . Сосуд 1. Ил + вода +сухая известь на поверхности воды.

Дата определения рН и активности	t <sup>о</sup> <sub>ком</sub> t <sup>о</sup> <sub>воды</sub>  °С	Масса сосуда		Ил		Вода		рН воды в ед. рН		Активность в 100 г мутной воды		
		Общая.	Пустой сосуд	Масса	Слой	Слой	Масса.	После отстоя	После взмучивания	Фон	Активность Навески	Удельная активность.
		г	г	г	см	см	г			Бк	Бк	Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Основные составляющие компоненты.</b>												
	Сосуд стеклянный, емкость 1 литр.											
	Скрепляющий компонент – известь -пушонка.											
	Грунт – ил с удельной активностью – 2534 Бк/кг.											
	Вода водопроводная.											
	Начало											
23.12.08 г	Сухой измельченный ил без скрепляющих компонентов залили водопроводной водой. После отстоя взмученной воды в течении 2-х суток, вода-светло-зеленого цвета, взвеси отсутствуют.											
25.12.08	21											
Верх. сл.	21,5	1440	388	242	3,6	9,9	810	7,23	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> отстоявшейся воды в течении -1 мин.											
	Вода очень – мутная.											
25.12.08	21											
Верх. сл.	21,5	1440	388	242	3,6	9,9	810	-	7,04	62,36	67,74	53,8
<b>I</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											
25.12.09	На поверхность слоя взмученной воды рассыпан 1г извести-пушонки.											
	Известь разболтали в верхнем слое мутной воды для равномерного распределения.											
	<b>Отстой</b> взмученной воды в течении – 10 сут.											
	Вода прозрачно – желтого цвета.											
5.01.09	18 <sup>0</sup>											
Верх. сл.	21,5	1364	388	242	3,7	8,4	734	8,54				
Сред. сл.								8,48				
Ниж. сл.								8,47				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении -1 мин.											
	Вода – очень мутная.											
5.01.09	18 <sup>0</sup>											
Верх. сл.	21,5	1364	388	242	3,7	8,4	734	-	8,34	63,14	69,94	68
	<b>Отстой</b> взмученной воды– 4 сут.											
	Вода – прозрачно – желтого цвета.											
9.01.09	20											
Верх. сл.	21,5	1346	388	242	3,7	8,2	716	8,43	-	-	-	-
Сред. сл.								8,45				
Ниж. сл.								8,42				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – очень мутная.											
9.01.09	20											
Верх. сл.	21,5	1346	388	242	3,7	8,2	716	-	7,73	63,58	73,23	96,9
	<b>Отстой</b> взмученной воды– 3 сут.											
	Вода – прозрачно – желтого цвета.											
12.01.09	19											
Верх. сл.	21,5	1318	388	242	3,7	7,8	688	8,24				
Сред. сл.								8,27				
Ниж. сл.								8,21				

продолжение таблицы 3.39.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	<b>Взмучивание</b> воды в течении -1 мин.											
	Вода – очень мутная.											
12.01.09	19											
Верх. сл.	21,5	1318	388	242	3,7	7,8	688	-	7,62	63,58	72,32	87,4
	<b>Отстой</b> взмученной воды в течении – 2 сут.											
	Вода – желтая, на стенках сосуда осадок и вода кажется не прозрачной.											
14.02.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1304	388	242	3,7	7,7	674	8,02				
Сред. сл.								7,96				
Ниж. сл.								7,88				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении -1 мин.											
	Вода – очень мутная.											
14.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1304	388	242	3,7	7,7	674	-	7,50	63,58	72,09	85,1
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 сут.											
	Вода –желтая, на стенках сосуда осадок.											
16.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1288	388	242	3,7	7,4	658	8,02				
Сред. сл.								7,99				
Ниж. сл.								7,97				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода очень мутная. Воду отбирали одновременно из 3-х слоев в разные сосуды.											
16.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1288	388	242	3,7	7,4	658	-	7,46	нет	нет	нет
Сред. сл.								-	7,49			
Ниж. сл.								-	7,43			
	<b>Перемешивание</b> воды и грунта на всю глубину в течении -3 мин.											
	<b>Отстой</b> – 5 минут.											
	Вода – очень мутная (жидкий кисель)											
	(Воду отбирали одновременно из трех слоев в разные сосуды).											
16.01.09	19,5											
Верх. сл.	21,5	1288	388	242	3,7	7,4	658	-	9,64	нет	нет	нет
Сред. сл.								-	6,99			
Ниж. сл.								-	7,04			
	<b>Отстой</b> взмученной воды– 3 сут.											
	Вода темно-желтая, не прозрачная.											
19.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1262	388	242	3,7	7,1	632	7,27				
Сред. сл.								7,26				
Ниж. сл.								7,21				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода очень мутная.											
19.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1262	388	242	3,7	7,1	632	-	7,20	63,51	83,9	203,9
	<b>Отстой</b> взмученной воды– 3 сут.											
	Вода темно-желтая с белесым оттенком, непрозрачная.											
23.01.09	22											
Верх. сл.	22,5	1222	388	242	3,7	6,6	592	7,53				
Сред. сл.								7,54				
Ниж. сл.								7,52				

продолжение таблицы 3.39.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода очень мутная.											
23.01.09	22											
Верх. сл.	22,5	1222	388	242	3,7	6,6	592	-	7,21	63,51	82,78	193
<b>II</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											
26.01.09	На поверхность слоя взмученной воды второй раз рассыпали – 2г извести –пушонки.											
	Известь разболтали в верхнем слое мутной воды для равномерного распределения.											
	<b>Отстой</b> взмученной воды– 2 сут.											
	Вода-мутно-ржавого цвета, с белесым оттенком.											
28.01.09	24											
Верх. сл.	24,5	1168	388	242	3,7	5,8	538	11,15				
Сред. сл.								11,32				
Ниж. сл.								11,43				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода очень мутная.											
28.01.09	24											
Верх. сл.	24,5	1168	388	242	3,7	5,8	538	-	11,87	63,57	76,83	133
	<b>В сосуд добавили водопроводной воды-250г.</b>											
	<b>Отстой</b> взмученной воды– 4 сут.											
	Вода-желтого цвета.											
2.02.09	22											
Верх. сл.	24,5	<b>1350</b>	388	242	3,7	<b>8,2</b>	<b>720</b>	8,83				
Сред. сл.								8,89				
Ниж. сл.								8,93				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода мутная.											
2.02.09	22											
Верх. сл.	24,5	1350	388	242	3,7	8,2	720	-	9,44	60,02	72,45	124
	<b>Отстой</b> взмученной воды– 2 сут.											
	Вода-желтого цвета, не прозрачная.											
6.02.09	23											
Верх. сл.	24,5	1314	388	242	3,7	7,8	684	8,73				
Сред. сл.								8,70				
Ниж. сл.								8,75				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода мутная.											
6.02.09	23											
Верх. сл.	24,5	1314	388	242	3,7	7,8	684	-	9,12	60,02	77,58	175,6
	<b>Отстой</b> взмученной воды– 10 сут.											
	Вода-желтая, прозрачная, вода пенится.											
16.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1216	388	242	3,7	6,4	586	8,26				
Сред. сл.								8,21				
Ниж. сл.								8,20				

Таблица 3.39.1' Изменение рН и активность взмученной воды .  
(Сосуд 1'. Ил + вода +цементная пыль на поверхность воды).

Дата опред. рН и актив- ности	t <sup>o</sup> <sub>ком</sub> t <sup>o</sup> <sub>воды</sub>  °C	Масса сосуда		Ил		Вода		рН воды в ед. рН		Активность в 100 г мут- ной воды		
		Общая.	Пус- той сосуд	Масса.	Слой	Слой	Масса.	После отстоя	После взмучива- ния	Фон	Актив. навески	Удельн. актив.
		г	г	г	см	см	г			Бк	Бк	Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Основные составляющие компоненты.</b>												
	Сосуд стеклянный, емкость 1 литр.											
	Скрепляющий компонент – цементная пыль.											
	Грунт - ил, тот же, что в сосуде 1.											
	Вода водопродонная.											
16.02.09	Первоначальная удельная активность взмученной воды в течении 1 мин, над поверхностью ила без скрепляющих компонентов – 53,8 Бк/кг, с внесением извести по поверхности слоя воды- увеличилась и стала – 175 Бк/кг.											
<b>I</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											
16.02.09	На поверхность слоя отстоявшейся воды в сосуде рассыпали бг цементной пыли.											
	Цементную пыль разболтали в верхнем слое воды для равномерного распределения.											
	Воду не взмучивали.											
	Вода мутно – желтая, не прозрачная.											
	рН – проверяли через 5 минут отстоя..											
16.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1216	388	242	3,7	6,4	586	10,88				
Сред. сл.								11,16				
Ниж. сл.								11,47				
	<b>Отстой</b> взмученной воды– 4 сут.											
	На поверхности воды образовалась стекловидная пленка, светлая, толщиной 0,5-1мм.											
	Вода – желтая.											
19.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1182	388	242	3,7	6,1	552	11,89				
Сред. сл.								11,92				
Ниж. сл.								11,91				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – желто-мутного цвета, осадка почти нет.											
19.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1182	388	242	3,7	6,1	552	-	11,87	62,68	62,75	0,7
	<b>Отстой</b> воды – 5 суток. (200г воды в сосуд не возвращали).											
	Вода – желтая, на поверх. воды плавает стекловидная пленка - светлая.											
14.02.09	20											
Верх. сл.	21,5	<b>972</b>	388	242	3,7	<b>3,2</b>	<b>342</b>	11,5				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин. (200г воды вернули в сосуд + 498г чистой водопродонной воды, вода мутная с осадком (200г воды из сосуда 3 с актив. 28,8 Бк/кг)..											
24.02.09	20											
Верх. сл.	21,5	<b>1470</b>	388	242	3,7	11,6	840	-	9,70	62,68	67,13	44,5
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 15 суток.											
	Вода - желтоватая, прозрачная.											
11.03.09	22,5											
Верх. сл.	23,5	1362	388	242	3,7	8,2	732	10,08	-	-	-	-
Сред. сл.								10,01				
Ниж. сл.								10,03				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная, с осадком.											
11.03.09	22,5											
Верх. сл.	23,5	1362	388	242	3,7	8,2	732	-	10,16	62,68	65,86	31,8
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 5 суток											
	Вода – желтая, прозрачная.											
16.03.09	23,5											
Верх. сл.	24	1290	388	242	3,7	7,4	660	9,85				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – слабо мутная.											
17.03.09	23,5											

продолжение таблицы 3.39.1'												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Верх. сл.	24	1290	388	242	3,7	7,4	660	-	10,03	62,68	63,04	3,6
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сутки											
	Вода – желтая, прозрачная.											
18.03.09	23											
Верх. сл.	24	1172	388	242	3,7	7,1	642	9,75				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная.											
1903.09	23											
Верх. сл.	24	1272	388	242	3,7	7,1	642	-	9,91	62,68	65,04	23,6
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 10 суток											
	Вода – желтая, прозрачная.											
1.04.09	24											
Верх. сл.	24,5	1172	388	242	3,2	6,3	542	9,23				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная, +100г водопроводной воды.											
11.04.09	24											
Верх. сл.	24,5	1272	388	242	3,2	7,1	642	-	8,77	62,68	68,05	53,7
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 13 суток											
	Вода – желтая, прозрачная. (200г воды не возвращали).											
13.04.09	22											
Верх. сл.	23,5	1040	388	242	3,2	3,5	400	9,21				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная с осадком. (+200г мутной воды, +100г чистой воды, нет корки).											
13.04.09	22											
Верх. сл.	23,5	1272	388	242	3,7	7,1	642	-	8,75	62,68	67,05	43,7
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 суток											
	Вода – желтая, прозрачная.											
16.04.09	18											
Верх. сл.	20	1248	388	242	3,7	6,8	618	8,68				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная с осадком. (+40г чистой воды).											
16.04.09	18											
Верх. сл.	20	1272	388	242	3,7	7,1	642	-	8,89	62,68	67,29	46,1
<b>II</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											
17.04.09	На поверхность слоя отстоявшейся воды в сосуде рассыпали 6г цементной пыли.											
	Цементную пыль разбросали в верхнем слое воды для равномерного распределения.											
	Для образования цементной корки воду оставили в покое на 3 суток.											
	Отстой взмученной воды – 3 суток.											
	Вода - желтая, на воде стекловидная пленка.											
20.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1240	388	242	3,7	7,1	610	<b>12,78</b>				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин. +40г чистой воды.											
	Вода- желтая, чистая, прозрачная нет мути.											
	На поверхность залили 580г чистой водопроводной воды.											
20.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1272	388	242	3,7	7,1	672	-	<b>13,20</b>	62,68	63,68	10
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 суток.											
	Вода желтая..											
23.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1248	388	242	3,7	6,8	618	13,08				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода чистая, желтая, нет мути. +40г чистой воды.											
23.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1272	388	242	3,7	7,1	672	-	13,22	62,68	65,56	28,8
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сутки.											
	Вода желтая, белесая.											
	На поверхности воды стекловидная пленка.											
29.04.09	13											
Верх. сл.	15,5	1260	388	242	3,7	6,9	630	12,70				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода желтая, белесая, не стала мутной +10 г чистой воды.											

продолжение таблицы 3.39.1'												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24.04.09	13											
Верх. сл.	15,5	1272	388	242	3,7	7,1	672	-	13,13	62,68	66,15	34,7
<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 суток.												
Вода желтая, белесая, прозрачная.												
На поверхности воды стекловидная пленка.												
27.04.09	14,5											
Верх. сл.	15,5	1258	388	242	3,7	6,9	628	12,30				
<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.												
Вода желтая, белесая, на дне белесый осадок +20 г чистой воды.												
27.04.09	14,5											
Верх. сл.	15,5	1272	388	242	3,7	7,1	672	-	12,77	62,68	65,89	32,1
<b>Отстой</b> взмученной воды – 2 суток.												
Вода желтая, белесая, прозрачная, на поверхности воды – стекловидная пленка.												
29.04.09	15											
Верх. сл.	15,6	1258	388	242	3,7	7,0	628	11,6				
<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.												
Вода желтая, белесая +20 г чистой воды.												
29.04.09												
Верх. сл.		1272	388	242	3,7	7,1	672	-	11,78	62,68	63,54	8,6
<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сутки.												
Вода желтая, белесая, прозрачная, на поверхности воды – стекловидная пленка.												
30.04.09	16											
Верх. сл.	16,5	1262	388	242	3,7	7	632	11,15				
<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.												
Вода желтая, белесая +10 г чистой воды.												
30.04.09	16											
Верх. сл.	16,5	1272	388	242	3,7	7,1	672	-	11,78	62,68	64,1	14,2

Таблица 3.39.2 – Изменение pH и активности взмученной воды.

(Сосуд 2 – влажный ил + сухая известь на поверхности ила + суша + вода).

Дата Опре- деления pH и актив- ности.	t <sup>0</sup> <sub>ком.</sub> , t <sup>0</sup> <sub>воды.</sub>  °C	Масса сосуда		Ил		Вода		pH воды в ед. pH		Активность 100г мутной воды		
		Об- щая.  г	Пус- той. сосуд.  г	Масса.  г	Слой.  см.	Слой.  см.	Масса.  г	После отстоя	После взмучи- вания.	Фон.  Бк	Актив- ность навески.  Бк	Удель- ная актив- ность.  Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основные составляющие компоненты:												
Сосуд стеклянный, емкость – 1 литр.												
Скрепляющий компонент – известь – пушонка..												
Грунт – ил с удельной активностью – 2534 Бк/кг.												
Вода - водопроводная.												
Ил + вода не перемешивались .												
Отстой взмученной воды проводился в сосуде с открытой поверхностью.												
Начало.												
25.12.08	Первоначальная активность взмученного ила без скрепляющих коипонентов под слоем водопроводной во- ды – 53,8 Бк/кг. (См. таблицу 3.39.1, сосуд 1, взмучивание от 25.12.08г).											
<b>I. Мероприятия по снижению взмучивания.</b>												
25.12.08	Сухой измельченный ил без скрепляющих компонентов замачивался водопроводной водой в соотношении вода и ил – 1:2.											
Через час ил промок, на поверхности ила – 2мм воды.												
На поверхность влажного ила рассыпался 1г извести – пушонки . Для равномерного распределения извести по поверхности ила, сосуд встряхивался круговыми движениями до образования слоя известкового молока.												
Влажный ил прямо в сосуде высушивался около батареи в течении 10 сут.												
25.12.08	25	776	416	242	3,6	0,2	120	-	На сушку.			
5.01.09	25	702	416	242	3,6	0	44	После сушки.				
После сушки на поверхности ила образовалась плотная сухая корка.												
В сосуд на ил прямо на плотную корку осторожно заливалась 820г водопроводной воды, не проводилось взмучивание.												
Вода прозрачная, белесая.												
5.01.09	18											
Верх. сл.	21,5	1478	416	242	3,6	10,1	820	7,91				
<b>Отстой</b> залитой воды -1 сут.												
Слой воды не осел												
Вода – чистая, как слеза.												
6.01.09	18											
Верх. сл.	21,5	1476	416	242	3,6	10,1	818	8,24				
Сред. сл.								8,21				
Ниж. сл.								8,22				
<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.												
Вода – стала мутной.												
6.01.09	18											
Верх. сл.	21,5	1476	416	242	3,6	10,1	818	-	8,26	63,14	68,52	53,4
<b>Отстой</b> взмученной воды-4 сут												
Ил в середине сосуда поднялся бугром												
Вода чистая, прозрачная, бесцветная.												
9.01.09	20											
Верх. сл.	21,5	1452	416	242	3,6	9,9	794	8,35	-	-	-	-
Сред. сл.								8,35				
Ниж. сл.								8,37				
<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.												
Вода – мутная.												
9.01.09	20											
Верх. сл.	21,5	1452	416	242	3,6	9,9	794	-	8,16	63,58	68,99	54,08
<b>Отстой</b> взмученной воды - 2 сут.												
Вода-желтая, прозрачная.												
12.01.09	19											
Верх. сл.	21,5	1426	416	242	3,6	9,2	768	8,17				
Сред. сл.								8,18				
Ниж.сл.								8,18				
<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.												

продолжение таблицы 3.39.2												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Вода – мутная.											
12.01.09	19											
Верх. сл.	21,5	1426	416	242	3,6	9,2	768	-	7,99	63,58	69,33	57,5
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сут.											
	Вода зеленоватая, плохо прозрачная.											
14.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1410	416	242	3,6	9	752	8,03	-	-	-	-
Сред. сл.								8,01				
Нижн. сл.								8,02				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – мутная.											
14.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1410	416	242	3,6	9,0	752	-	7,85	63,58	71,02	74,4
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сут.											
	Вода – светлая, зелено-желтая, не прозрачная.											
16.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1396	416	242	3,6	8,6	738	7,92	-	-	-	-
Сред. сл.								7,91				
Нижн. сл.								7,90				
<b>II.</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											
	Отстоявшуюся воду слили из сосуда с помощью медицинского шприца.											
	На поверхность влажного ила рассыпали – 1г извести – пушонки и поместили сосуд около электрокалорифера до полного высыхания ила.											
16.01.09	25	784	416	242	3,6	0,2	124	На сушку.				
19.01.09	25	686	416	242	3,6	0	26	После сушки.				
	После сушки на поверхности ила образовалась плотная сухая корка глинистого цвета.											
	В сосуд залили 820г воды (680г – слитая вода, 140г добавили чистой водопроводной воды).											
	Воду заливали осторожно, частями, чтобы не повредить корку на поверхности ила и сразу провели взмучивание воды в течении 1 мин.											
	Вода стала слабо мутной.											
19.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1472	416	242	3,6	10,4	814	-	8,28	63,51	67,03	35,2
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 4 сут.											
	Вода – светло-желтая, прозрачная.											
23.01.09	22											
Верх. сл.	22,5	1444	416	242	3,6	9,7	786	7,98	-	-	-	-
Сред. сл.								7,99				
Нижн. сл.								8,0				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – мутная.											
23.01.09	22											
Верх. сл.	22,5	1444	416	242	3,6	9,7	786	-	8,0	63,58	71,22	76,4
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 4 сут.											
	Вода – темно желтая, прозрачная..											
27.01.09	24											
Верх. сл.	24,5	1394	416	242	3,6	9,1	736	7,76	-	-	-	-
								7,76				
								7,77				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода- мутная.											
27.01.09	24											
Верх. сл.	24,5	1324	416	242	3,6	9,1	736	-	7,67	63,58	72,17	85,9
Сред. сл.												
Нижн. сл.												
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 4 сут.											
	Вода – желтая, прозрачная..											
2.02.09	22											
Верх. сл.	24,5	1336	416	242	3,6	8,0	678	7,68				
Сред. сл.								7,67				
Нижн. сл.								7,68				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											

продолжение таблицы 3.39.2												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Вода-мутная											
2.02.09	22											
Верх. сл.	24,5	1336	416	242	3,6	8,0	678	-	7,64	60,02	68,14	81,2
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 сут.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
5.02.09	23											
Верх. сл.	24,5	1296	416	242	3,6	7,6	638	7,61				
Сред. сл.								7,64				
Нижн.сл.								7,65				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода-мутная, дно мягкое.											
5.02.09	23											
Верх. сл.	24,5	1296	416	242	3,6	7,6	638	-	7,64	60,02	68,61	85,9
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 10 сут.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
16.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1180	416	242	3,6	6,1	522		7,92			
Сред. сл.									7,86			
Нижн.сл.									7,88			

Таблица 3.39.2/ Изменение рН и активность взмученной воды .  
(Сосуд 2/. Влажный ил + цементная пыль на поверхность ила + вода).

Дата опред. рН и актив- ности	t° <sub>ком</sub> t° <sub>воды</sub>  °C	Масса сосу- да		Ил		Вода		рН воды в ед. рН		Активность в 100 г мут- ной воды		
		Об- щая.  г	Пус- той сосуд  г	Масса  г	Слой  см	Слой  см	Масса.  г	После отстоя	После взмучива- ния	Фон  Бк	Актив. навески  Бк	Удельн. актив.  Бк/кг
Основные составляющие компоненты.												
	Сосуд стеклянный, емкость 1 литр.											
	Скрепляющий компонент – цементная пыль.											
	Грунт ил, тот же, что в сосуде 2.											
	Вода водопроводная.											
16.02.09	Первоначальная удельная активность взмученной воды в течении 1 мин без скрепляющих компонен- тов – 53,8 Бк/кг, с внесением извести на поверхность влажного ила без последующего рыхления уве- личилась и стала – 85,9 Бк/кг.											
<b>I</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											
	Отстоявшуюся воду в сосуде слили с помощью медицинского шприца – 518г.											
	На поверхность влажного ила (на поверхности оставалось (2 мм воды) рассыпали 6 г цементной пыли. Для равномерности распределения цемента по поверхности сосуд встряхнули круговыми движениями до образования цементного молочка.											
	Влажный ил прямо в сосуде высушивался около батареи в течении 3-х суток.											
16.02.09	25	810	416	242	3,6	0,2	152	-	На сушку.			
19.02.09	25	680	416	242	3,6	0	22	-	После сушки.			
	После сушки на поверхности ила образовалась плотная сухая корка, трескается.											
	В сосуд на ил, прямо на плотную корку, осторожно залили 790г чистой водопроводной воды, взмучи- вание не проводилось.											
	Вода – прозрачная, дымчатая.											
19.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	<b>1450</b>	416	242	3,6	9,1	792	7,63				
Сред. сл.								7,68				
Ниж. сл.								7,67				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – зеленоватая, слабо мутная, осадка нет.											
19.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	<b>1450</b>	416	242	3,6	9,1	792	-	8,04	62,68	62,66	0
	<b>Отстой</b> воды – 5 сут. (200г воды в сосуд не возвращали), пленка на поверхности ила – трескается.											
	Вода – чистая, бесцветная.											
24.02.09	20											
Верх. сл.	21,5	<b>1240</b>	416	242	3,6	6,9	<b>582</b>	9,52				
Сред. сл.								9,53				
Ниж. сл.								9,55				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная, (200г воды вернули в сосуд)											
24.02.09	20											
Верх. сл.	21,5	<b>1390</b>	416	242	3,6	8,8	732	-	9,67	62,68	63,83	11,5
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 15 суток.											
	Вода – желто-зеленая, прозрачная.											
11.03.09	22,5											
Верх. сл.	23,5	<b>1108</b>	416	242	3,6	5,2	450	9,25				
Сред. сл.								9,27				
Ниж. сл.								9,25				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин. + 282г чистой водопроводной воды.											
	Вода – мутная, дно мягкое.											
11.03.09	22,5	<b>1390</b>	416	242	3,6	8,9	732	-	8,99	62,68	66,13	34,55
Верх. сл.	23,5											
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 5 суток.											
	Вода ели-ели желтоватая, прозрачная.											
16.03.09	23,5											
Верх. сл.	24	<b>1348</b>	416	242	3,6	8,3	690	9,20				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная, с осадком.											

продолжение таблицы 3.39.2'

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17.03.09	23,5											
Верх. сл.	24	<b>1348</b>	416	242	3,6	8,3	690	-	9,43	62,68	67,84	51,64
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сутки.											
	Вода – желтоватая, прозрачная.											
18.03.09	23											
Верх. сл.	24	<b>1334</b>	416	242	3,6	8,1	676	9,08	-	-	-	-
Сред. сл.								-				
Ниж. сл.								-				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная, с осадком.											
19.03.09	23											
Верх. сл.	24	<b>1334</b>	416	242	3,6	8,1	676	-	9,25	62,68	68,33	56,5
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 10 суток											
	Вода – желтая, прозрачная.											
1. 04 .09	24											
Верх. сл.	24,5	<b>1240</b>	416	242	3,6	6,9	582	8,3				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная, с осадком +100г воды.											
1. 04 .09	24											
Верх. сл.	24,5	<b>1334</b>	416	242	3,6	8,1	676	-	8,52	62,68	68,76	60,8
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 12 суток											
	Вода – желтая, прозрачная. (200г мутной воды не возвращали).											
13.04.09	22											
Верх. сл.	23,5	<b>1118</b>	416	242	3,6	6,3	460	8,26				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная, с осадком. (+200г мутной воды, +100г чистой воды). Тонкая корка разрушена.											
<b>1304.09</b>	22											
Верх. сл.	23,5	<b>1334</b>	416	242	3,6	8,1	676	-	8,02	62,68	67,67	49,9
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 суток											
	Вода – чистая, прозрачная.											
16.04.09	18											
Верх. сл.	20	<b>1312</b>	416	242	3,6	7,6	654	8,18				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная, с осадком +40г чистой воды.											
1604.09	18											
Верх. сл.	20	<b>1334</b>	416	242	3,6	8,1	676	-	8,25	62,68	71,05	83,7
<b>II</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											
	Воду слили и грунт поставили сушиться на эл-калорифер при t=60-65 <sup>0</sup> на 3 суток											
1704.09	18	<b>818</b>	416	242	3,6	0,2	160	На сушку.				
20.04.09	20	<b>1334</b>	416	242	-	-	0	После сушки.				
	После сушки ил взрыхлили на глубину 0,5 см.											
	Взрыхленный слой залили цементным молоком (10г цементной пыли +100г водопроводной воды) на 2 часа.											
	Сосуд с илом, увлажненный цементным молоком не встряхивали, на поверхности слой воды – 0,2-0,3 см.											
	Влажный ил, прямо в сосуде высушивался около эл-калорифера до образования плотной корки, в течении – 3 суток.											
20.04.09	18	818	416	242	3,6	0,3	160	-	На сушку.			
23.04.09	20	754	416	242	3,6	-	96	-	После сушки.			
	На поверхности ила образовалась плотная корка, цвета цемента.											
	Ил под коркой остался влажный, корка не потрескалась.											
	На поверхность залили 580г чистой водопроводной воды.											
23.04.09	Через 1 час проверили рН, воду не взмучивали.											
	14	Вода – чистая, бесцветная.										
Верх. сл.	15,5	<b>1334</b>	416	242	3,6	6,2	676	7,24				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода чистая, бесцветная, нет мути.											
23.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	<b>1334</b>	416	242	3,6	8,1	676	-	7,56	62,68	66,09	34,08
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сутки											
	Вода чистая, как слеза.											

продолжение таблицы 3.39.2'

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24.04.09	13											
Верх. сл.	15,5	<b>1322</b>	416	242	3,6	7,8	664	9,29				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода чистая, нет мути +20 г чистой воды.											
27.04.09	14,5											
Верх. сл.	15,5	1334	416	242	3,6	8,1	676	-	9,14	62,68	66,16	34,80
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 2 суток											
	Вода чистая, как слеза.											
29.04.09	15,0											
Верх. сл.	15,5	1326	416	242	3,6	7,9	668	9,30				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода чистая, нет мути +20 г чистой воды.											
29.04.09	15											
Верх. сл.	15,5	1334	416	242	3,6	8,1	676	-	9,33	62,68	64,68	20
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сутки.											
	Вода чистая, как слеза.											
30.04.09	16											
Верх. сл.	16,5	1332	416	242	3,6	7,9	674	3,93				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
30.04.09	Вода чистая, нет мути +10 г чистой воды.											
Верх. сл.		1334	416	242	3,6	8,1	676	-	9,45	62,68	64,01	13,4

Таблица 3.39.3 – Изменение рН и активности мутной воды.  
(Сосуд 3 – сухой ил + сухая известь + рыхление + замочка+ сушка + вода).

Дата определения рН и активности.	t <sup>0</sup> <sub>ком.</sub> , t <sup>0</sup> <sub>воды.</sub>  °С	Масса сосуда		Ил		Вода		рН воды в ед. рН		Активность 100г мутной воды		
		Общ.  г	Пуст. сосуд.  г	Мас-са.  г	Слой  см.	Слой  см.	Мас-са.  г	После от-стоя	После взму-чи-вания.	Фон.  Бк	Актив-ность навес-ки.  Бк	Удель-ная актив-ность.  Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основные составляющие компоненты:												
Сосуд стеклянный, емкость – 1 литр.												
Скрепляющий компонент – известь пушонка.												
Грунт – ил с удельной активностью 2534 Бк/кг.												
Вода - водопроводная.												
Ил + вода не перемешивались.												
	Начало											
25.12.08	Первоначальная активность взмученной воды в течении – 1 мин над поверхностью ила без скрепляющих компонентов – 53,8 Бк/кг. См. таблицу 3.39.1, взмучивания от 25.12.08г.											
<b>I.</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания:</b>											
	На поверхность сухого измельченного ила нанесли 1г извести пушонки ровным слоем.											
	Измельченный ил и известь перемешали, порыхлив поверхность ила на глубину – 0,5 см.											
	Замочили ил водопроводной водой в соотношении вода и ил – 1:2 на 1 сутки.											
	Влажный ил прямо в сосуде высушивался около батареи в течении – 10 суток.											
25.12.08	25	756	396	242	3,6	0	120	-	-	-	-	-
5.12.08	25	684	396	242	3,6	0	46	-	-	-	-	-
	После сушки на поверхности ила образовался слой с бугристой поверхностью.											
	В сосуд на затвердевший ил осторожно залили 820г водопроводной воды, не проводили взмучивания и сразу определили рН воды.											
	Вода-мутно-дымчатого цвета.											
5.12.08	18											
Верх. сл.	21,5	1458	396	242	3,6	10,1	820	7,9	-	-	-	-
	<b>Отстой</b> воды и промачивание ила – 1 сут.											
	Вода - чистая как слеза.											
6.12.08	18											
Верх. сл.	21,5	1456	396	242	3,6	10,1	818	8,23	-	-	-	-
Сред. сл.								8,25				
Нижн. сл.								8,24				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – мутная.											
6.12.08	18											
Верх. сл.	21,5	1456	398	242	3,6	10,1	818	-	8,21	63,14	68,48	53,4
	<b>Отстой</b> взмученной воды-4 сут.											
	Вода – чистая, прозрачная.											
9.01.09	20											
Верх. сл.	21,5	1438	396	242	3,6	9,8	800	8,32	-	-	-	-
Сред. сл.								8,32				
Нижн. сл.								8,33				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – мутная.											
9.01.09	20											
Верх. сл.	21,5	1438	396	242	3,6	9,8	800	-	8,26	63,58	67,71	41,3
	<b>Отстой</b> взмученной воды-2 сут.											
12.01.09	19											
Верх. сл.	21,5	1410	396	242	3,6	9,4	772	8,17	-	-	-	-
Сред. сл.								8,18				
Нижн. сл.								8,19				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – мутная.											
12.01.09	19											
Верх. сл.	21,5	1410	396	242	3,6	9,4	772	-	8,09	63,5 8	66,15	25,7
	<b>Отстой</b> взмученной воды-1 сут.											
	Вода – зеленоватая, прозрачная.											
14.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1396	396	242	3,6	9,2	758	7,90	-	-	-	-
Сред. сл.								7,86				
Нижн. сл.								7,86				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – мутная.											
14.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1396	396	242	3,6	9,2	758	-	7,80	63,5 8	68,18	46,0
	<b>Отстой</b> взмученной воды-1 сут.											
	Вода – зеленовато-желтая, прозрачная.											
16.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1376	396	242	3,6	8,7	736	7,70	-	-	-	-
Сред. сл.								7,65				
Нижн. сл.								7,66				
<b>II</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания:</b>											
	Отстоявшуюся воду слили из сосуда с помощью медицинского шприца – 610г.											
	Ил в сосуде сушился около электро-калорифера в течении 3 суток.											
16.01.09	25	762	396	242	3,6	0,4	124	-	На сушку.			
19.01.09	25	670	396	242	3,6	0	32	-	После сушки.			
	Высохший ил порыхлили на глубину – 0,5 см.											
	На поверхность взрыхленного ила нанесли 3г сухой извести – пушонки.											
	Перемешали известь с взрыхленным илом.											
	Замочили водопроводной водой ил на 1 сут в соотношении 1:2.											
	Влажный ил прямо в сосуде сушился около батареи в течении 7 суток.											
19.01.09	25	770	396	242	3,6	0,2	132	-	На сушку.			
26.01.09	25	648	396	242	3,6	0	10	-	После сушки.			
	После сушки на поверхности ила образовался плотный слой с ровной поверхностью.											
	В сосуд на затвердевший ил осторожно залили 820г воды (610г – слитая вода 210г чистой водопроводной воды).											
	<b>Отстой</b> воды и промачивание ила – 1 сутки.											
	Вода чистая, как слеза.											
27.01.09	24											
Верх. сл.	24,5	1434	396	242	3,6	9,8	796	8,15	-	-	-	-
Сред. сл.								8,16				
Нижн. сл.								8,15				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 суток.											
	Вода стала мутной.											
27.01.09	24											
Верх. сл.	24,5	1434	396	242	3,6	9,8	796	-	8,26	63,5 8	67,37	37,9
	<b>Отстой</b> взмученной воды в течении -4 суток.											
	Вода - желтоватая, прозрачная.											
2.02.09	22											
Верх. сл.	24,5	1396	396	242	3,6	8,5	718	7,89	-	-	-	-
Сред. сл.								7,92				
Нижн. сл.								7,91				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода - мутная.											
2.02.09	22											
Верх. сл.	24,5	1396	396	242	3,6	8,5	718	-	8,02	63,2	66,02	27,4

										8		
	<b>Отстой</b> взмученной воды в течении -1 сутки.											
	Вода - желтоватая, прозрачная.											
5.02.09	23											
продолжение таблицы 3.39.3												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Верх. сл.	24,5	1312	396	242	3,6	7,5	674	7,86	-	-	-	-
Сред. сл.								7,87				
Нижн. сл.								7,87				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин, вода мутная.											
5.02.09	23											
Верх. сл.	24,5	1312	396	242	3,6	7,5	674	-	7,95	63,2 8	68,51	52,5
	<b>Отстой</b> взмученной воды в течении -10 суток.											
	Вода - желтая, прозрачная.											
16.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1196	396	242	3,6	6,5	558	7,99	-	-	-	-
Сред. сл.								7,97				
Нижн. сл.								7,97				
	Внесение извести на поверхность ила с последующим рыхлением не снижает активности взмученной воды.											
	Проведем опыт подобный с внесением цементной пыли (см. табл. 3.39.3').											

Таблица 3.39.3' – Изменение рН и активности мутной воды.

(Сосуд 3<sup>1/2</sup> – сухой ил + цементная пыль + рыхление + замочка+ сушка + вода).

Дата определения рН и активности.	t <sup>0</sup> <sub>ком.</sub> , t <sup>0</sup> <sub>вод.</sub> , °С	Масса сосуда		Ил		Вода		рН воды в ед. рН		Активность 100г мутной воды		
		Общ. г	Пуст. сосуд. г	Масса. г	Слой. см.	Слой. см.	Масса. г	После отстоя	После взмучивания.	Фон. Бк	Актив- ность навески. Бк	Удель- ная актив- ность. Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основные составляющие компоненты:												
Сосуд стеклянный, емкость – 1 литр.												
Скрепляющий компонент – цементная пыль.												
Грунт – ил тот же, что в сосуде 3.												
Вода - водопроводная.												
16.02.09	Первоначальная удельная активность взмученной воды в течении – 1 мин. над поверхностью ила без скрепляющих компонентов – 53,8 Бк/кг, с внесением извести – пушонки не изменилась – 52,3 Бк/кг. (См. табл. 3.39.3).											
<b>I.</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											
Отстоявшаяся вода слита из сосуда с помощью медицинского шприца – 554г.												
Ил в сосуде сушился около батареи в течении -3 сут.												
16.02.09	25	782	396	242	3,6	0,1	144	-	На сушку.			
19.02.09	25	650	396	242	3,6	0	12	После сушки				
После сушки на поверхности ила образовалась плотная корка.												
Цементную пыль не вносили.												
На поверхность залито 812г чистой водопроводной воды, вода помутнела.												
Воду не взмучивали.												
19.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1450	396	242	3,6	10,4	812	8,10				
Сред. сл.								7,85				
Нижн. сл.								7,82				
<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.												
Вода - мутная.												
19.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1450	396	242	3,6	10,4	812	-	8,10	62,68	68,56	58,8
Отстоявшаяся вода слита из сосуда с помощью медицинского шприца – 782г.												
Ил в сосуде сушился около батареи в течении – 3 сут.												
24.07.09	25	782	396	242	3,6	0,1	144	-	На сушку.			
27.02.09	25	652	396	242	3,6	0	14	-	После сушки.			
После сушки на высохшую поверхность нанесли – 6г цементной пыли.												
Поверхность ила взрыхлили на глубину 0,5 см, и хорошо перемешали цементную пыль с взрыхленным илом.												
Замочили ил водопроводной водой на 1 сут в соотношении 1:2.												
Влажный ил прямо в сосуде сушился около батареи – 5 сут.												
27.07.09	25	776	396	242	3,6	0,9	138	-	На сушку.			
3.03.09	25	674	396	242	3,6	0	36	-	После сушки.			
3.03.09	После сушки на поверхности ила образовался плотный слой с ровной поверхностью .											
В сосуд на затвердевшей ил осторожно залили 820г чистой водопроводной воды.												
Вода не стала мутной после затопления грунта.												
3.08.09	18	1458	396	242	3,6	14,2	820	-	-	-	-	-
<b>Отстой</b> воды и промачивание ила – 15 сут.												
Вода – чистая, как слеза, бесцветная. (корка на иле немного треснула).												
11.03.09	22,5											
Верх. сл.	23,5	1402	396	242	3,6	10,02	764	8,86				
Сред. сл.								8,85				
Нижн. сл.								8,88				
<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.												
Вода – стала мутной.												
11.03.09	22,5											
Верх. сл.	23,5	1402	396	242	3,6	10,2	764	-	9,45	62,28	63,62	9,4
<b>Отстой</b> взмученной воды – 5 сут.												
Вода без цвета, прозрачная.												
16.03.09	23,5											
Верх. сл.	24	1356	396	242	3,6	8,5	718	9,27	-	-	-	-
<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.												
Вода – мутная с осадком.												

продолжение таблицы 3.39.3'												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17.03.09	23,5											
Верх. сл.	24	1356	396	242	3,6	8,5	718	-	9,40	62,28	64,86	25,8
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сут.											
	Вода без цвета, прозрачная.											
18.03.09	23											
Верх. сл.	24	1334	396	242	3,6	8,3	696	9,13	-	-	-	-
Сред. сл.								-				
Нижн. сл.								-				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – мутная с осадком.											
19.03.09	23											
Верх. сл.	24	1334	396	242	3,6	8,3	696	-	9,23	62,28	64,56	22,8
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 10 сут.											
	Вода без цвета, прозрачная. Твердая корка немного разрушена.											
1.04.09												
Верх. сл.	24	1234	396	242	3,6	6,9	596	8,33	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – мутная с осадком +100г воды.											
11.04.09												
Верх. сл.	24	1334	396	242	3,6	8,3	696	-	8,27	62,28	67,59	53,1
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 12 сут.											
	Вода без цвета, прозрачная. (200г воды не возвращали).											
13.04.09	22											
Верх. сл.	23,5	1102	396	242	3,6	5,2	464	8,35	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – мутная с осадком +200г мутной воды +100г чистой воды. Твердая корка в одном месте разруш.											
13.04.09	22											
Верх. сл.	23,5	1334	396	242	3,6	8,3	696	-	8,17	62,28	65,63	33,6
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 сут.											
	Вода желтоватая, прозрачная.											
16.04.09	18											
Верх. сл.	20	1312	396	242	3,6	7,9	674	8,36	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – мутная с осадком (+40 г чистой воды).											
16.04.09	18											
Верх. сл.	20	1334	396	242	3,6	8,3	696	-	8,38	62,28	68,39	61,1
<b>II. Мероприятия по снижению взмучивания.</b>												
17.04.09	Воду слили, грунт поставили сушиться на эл-калорифер при $t^0 = 60-65^0$ на 3 сут.											
17.04.09	18	778	396	242	3,6	0,1	140	На сушку.				
20.04.09	14	644	396	242	3,6	0	6	После сушки.				
	На поверхность высохшего ила рассыпали бг цементной пыли ровным слоем и взрыхлили поверхность ила на глубину 0,5 см +3г цементной пыли дополнительно на взрыхленную поверхность в виде молока.											
	Замочили ил водопроводной водой в соотношении 140г на 2 часа, сосуд с замоченным илом не встряхивали.											
	Влажный ил с внесенным цементом высушивался на эл-калорифере- 2 сут.											
	После сушки на поверхности образовался плотный слой с гладкой поверхностью, цвета цемента, ил влажный.											
20.04.09	14	778	396	242	3,6	0,1	140	На сушку.				
22.04.09		726	396	242	3,6	0	88	После сушки.				
22.04.09	В сосуд на затвердевшую поверхность осторожно долили 608г чистой водопроводной воды.											
	Через 1 час проверили рН воды, воду не взмучивали, ил на поверхности откололся <b>кусок-1см<sup>2</sup></b> у стенки .											
	Вода – чистая, бесцветная.											
22.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1334	396	242	3,6	8,4	608	7,10	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – чистая, бесцветная, слегка помутнела из-за смещения отколовшегося кусочка корки.											
22.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1334	396	242	3,6	8,3	608	-	7,70	62,28	63,94	16,6
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сут.											
	Вода – чистая, как слеза.											
24.04.09	13											
Верх. сл.	15,5	1324	396	242	3,6	8,1	686	9,39	-	-	-	-

продолжение таблицы 3.39.3<sup>1</sup>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода- мутная, без осадка. +10г чистой воды.											
24.04.09												
Верх. сл.		1334	396	242	3,6	8,3	608	-	9,39	62,28	63,97	16,9
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 сут.											
	Вода – чистая, как слеза, бесцветная.											
27.04.09	14,5											
Верх. сл.	15,5	1320	396	242	3,6	7,9	682	10,07	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода-мутная, с осадком +20г чистой воды.											
27.04.09	14,5											
Верх. сл.	15,5	1334	396	242	3,6	8,3	608	-	10,16	62,28	64,41	21,3
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 2 сут.											
	Вода чистая как слеза, бесцветная.											
29.04.09	15											
Верх. сл.	15,5	1326	396	242	3,6	8,1	688	9,96	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода-мутная, с осадком +20г чистой воды.											
29.04.09	15											
Верх. сл.	15,5	1334	396	242	3,6	8,3	688	-	10,1	62,28	63,19	9,1
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сут.											
	Вода – чистая, как слеза, бесцветная.											
30.04.09	16											
Верх. сл.	16,5	1326	396	242	3,6	8,0	688	10,03	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода-мутная, с осадком + 10г чистой воды .											
	Корка нарушена на 1 см <sup>2</sup> .											
30.04.09	16											
Верх. сл.	16,5	1334	396	242	3,6	8,3	688	-	10,12	62,28	64,64	23,6

Таблица 3.39.4 – Изменение pH чистой водопроводной воды в зависимости от продолжительности отстоя.  
(Сосуд пластмассовый емкостью – 0,5л).

Дата определения. pH	Слой воды	Температура, °С		Масса сосуда, в г		Вода		Известь	pH воды в ед.pH
		t <sup>0</sup> <sub>к. в комнате</sub>	t <sup>0</sup> <sub>гр.градировки</sub>	Общая	Пустой сосуд	Масса.	Слой.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Начало:								
	Чистая водопроводная вода из крана.								
23.12.08	Верх. сл.	21	21,5	450	30	420	5,5	-	7,83
	В водопроводную воду <b>не вносили ни</b> извести, <b>ни</b> цемента; Отстой воды-1 суток в <b>открытом</b> сосуде; Вода чистая, прозрачная.								
24.12.08	Верх. сл.	21	21,5	438	30	418	5,4	-	8,63
	Отстой воды-2 сут. в <b>открытом</b> сосуде. Вода чистая, прзрачная.								
26.12.08	Верх. сл.	19	21,5	426	30	396	5,2	-	8,65
	Отстой воды – 10 суток в открытом сосуде. Вода- чистая, прозрачная.								
5.01.09	Верх. сл.	18	21,5	308	30	278	4,0	-	8,65
	Отстой воды – 4 суток в открытом сосуде. Вода- чистая, прозрачная.								
9.01.09	Верх. сл.	20	21,5	287	30	257	3,8	-	8,65
	Отстой воды – 3 суток в открытом сосуде. Вода- чистая, прозрачная.								
12.01.09	Верх. сл.	19	21,5	248	30	218	3,3	-	8,68
	Отстой воды – 4 суток в открытом сосуде. Вода- чистая, прозрачная.								
16.01.09	Верх. сл.	20,5	21,5	220	30	190	2,9	-	8,74
	Отстой воды – 3 суток в открытом сосуде. Вода- чистая, прозрачная.								
19.01.09	Верх. сл.	20,5	21,5	182	30	142	1,7	-	8,73

Таблица 3.39.5 – Изменение pH водопроводной воды +0,5г извести-пушонки в зависимости от продолжительности отстоя.

(Сосуд стеклянный емкостью – 0,5л).

Дата определения pH	Слой воды	Температура, °С		Масса сосуда, в г		Вода		Известь-пушонка. г	pH воды в ед.pH
		t <sup>0</sup> <sub>к</sub> , в комнате	t <sup>0</sup> <sub>гр.</sub> градусировки	Общая г	Пустой сосуд г	Масса. г	Слой. см		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Начало:								
Чистая водопроводная вода.									
19.12.08	Верх. сл.	20,5	20,5	692	253	439	9,5	-	7,60
В водопроводную воду внесли – 0,5г извести-пушонки и перемешали в течении 3-х мин; Отстой взмученной воды-5 мин; Известь осела на дно слоем 0,1÷0,2 см; Вода мутно-белесая (на стенках мелкие пузырьки воздуха).									
19.12.08	Верх. сл.	20,5	20,5	692	253	439	9,5	0,5	12,1
Отстой взмученной воды-3 сут. в <b>закрытом</b> сосуде Вся известь плавала на поверхности, но сразу осела на дно, как только открыли сосуд.									
22.12.08	Верх. сл.	21	21,5	692	253	439	9,5	0,5	12,24
При возвращении пробы воды-50г, отобранные для измерения pH, всплывает вся известь белыми пылинками, и в течении 5 мин оседает на дно.									
Отстой воды – 3 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, как слеза, известь на дне сосуда.									
25.12.08	Верх. сл.	21	21,5	680	253	430	9,0	0,5	11,78
Отстой воды – 10 сут., в <b>открытом</b> сосуде;									
5.01.09	Верх. сл.	18	21,5	650	253	397	8,4	0,5	8,87
<b>Отстой</b> воды – 4 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь на дне.									
9.01.09	Верх. сл.	20	21,5	636	253	383	8,3	0,5	8,72
	Сред. сл.								8,68
	Нижн. сл.								8,76
<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин. Вода – мутно-белесая, известь оседает на дно через 1-2 мин.									
9.01.09	Верх. сл.	20	21,5	636	253	383	8,3	0,5	<b>8,93</b>
<b>Отстой</b> воды – 3 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне.									
12.01.09	Верх. сл.	19	21,5	628	253	375	8,0	0,5	8,53
	Ср. сл.								8,51
	Нижн. сл.								8,55
<b>Отстой</b> воды – 4 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне.									
16.01.09	Верх. сл.	20,5	21,5	608	253	355	7,7	0,5	8,45
	Ср. сл.								8,42
	Нижн. сл.								8,50
<b>Отстой</b> воды – 3 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне.									
19.02.09	Верх. сл.	20,5	21,5	594	253	341	7,4	0,5	8,34
	Ср. сл.								8,36
	Нижн. сл.								8,36
<b>Отстой</b> воды – 7 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне.									
26.01.09	Верх. сл.	24	24,5	554	253	301	6,6	0,5	8,22
	Нижн. сл.								8,20
<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин. Вода – мутно-белесая, известь оседает.									
26.01.09	Верх. сл.	24	24,5	554	253	301	6,6	0,5	<b>8,54</b>
<b>Отстой</b> воды – 7 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне в виде пыли ( <b>кристаллы не образуются</b> ).									
2.02.09	Верх. сл.	22	24,5	478	253	225	5,1	0,5	8,04
	Нижн. сл.								8,06
<b>Отстой</b> воды – 3 сут., в <b>закрытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне									
5.02.09	Верх. сл.	22	24,5	458	253	205	4,7	0,5	8,39

продолжение таблицы 3.39.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Нижн. сл.								8,36
	<b>Отстой</b> воды – 5 сут., в <b>закрытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне								
10.02.09	Верх. сл.	24	24,5	452	253	202	4,6	0,5	8,47
	Нижн. сл.								8,50
	<b>Отстой</b> воды – 6 сут., в <b>закрытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне								
16.02.09	Верх. сл.	24	24,5	448	253	198	4,5	0,5	8,68
	Нижн. сл.								8,65
	<b>Отстой</b> воды – 3 сут., в <b>закрытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне								
19.02.09	Верх. сл.	24	24,5	444	253	194	4,5	0,5	8,68
	Нижн. сл.								8,61
	<b>Отстой</b> воды – 5 сут., в <b>закрытом</b> сосуде; Вода – чистая, известь лежит на дне								
24.02.09	Верх. сл.	20	21,5	444	253	194	4,4	0,5	8,71
	Нижн. сл.								8,73
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин. Вода – мутно-белесая, известь оседает.								
24.02.09	Верх. сл.	20	21,5	444	253	194	4,4	0,5	8,76

Таблица 3.39.6 – Изменение рН и активности взмученной воды.

(Сосуд 6 – сухой супесчаный грунт с гуммусовыми и растительными остатками + цемент + рыхление + замочка+ сушка + водопроводная вода).

Дата Опре- деления рН и актив- ности.	$t_{\text{ком.}}^0$ $t_{\text{воды}}^0$  °С	Масса сосуда		Грунт сухой		Вода		рН воды в ед. рН		Активность мутной воды		
		Об- щая.  г	Пус- той. сосуд.  г	Масса.  г	Слой.  см.	Слой.  см.	Масса.  г	После отстоя	После взмучи- вания.	Фон.  Бк	Актив- ность навески.  Бк	Удель- ная актив- ность. Бк/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основные составляющие компоненты:												
Сосуд стеклянный, емкость – 1 литр.												
Скрепляющий компонент – цемент.												
Грунт – супесчаная почва с гуммусовыми и растительными остатками, с удельной активностью 13790 Бк/кг.												
Вода - водопроводная.												
Вода + грунт - не перемешивались.												
9.01.09	Начало											
Грунт без скрепляющего компонента залит водопроводной водой												
<b>I. После отстоя взвесей в течении 1 суток воду взмучивали в течении 1 мин.</b>												
Вода очень мутная.												
10.01.09	21,5	1374	384	190	3,2	10,1	828	-	6,84	63,58	106,67	430,9
Отстой взмученной воды – 2 суток.												
Вода-темно-коричневая.												
12.01.09	19											
Верх. сл.	21,5	1374	384	190	3,2	9,6	800	7,33	-	-	-	-
Сред. сл.	21,5							7,33				
Нижн. сл.	21,5							7,30				
<b>I. Мероприятия по снижению взмучивания.</b>												
Отстоявшуюся воду с поверхности грунта слили с помощью медицинского шприца .												
Влажный грунт прямо в сосуде высушивался около батареи в течении 2 суток.												
12.01.09	19	766	384	190	3,2	1,0	192	На сушку.				
							608	Слили воду.				
14.01.09	25	670	384	190	3,2	0	96	После сушки.				
Подсохший грунт в сосуде порыхлили на глубину – 0,5÷0,7 см.												
На взрыхленную поверхность нанесли 3г цементной пыли ровным слоем .												
Взрыхленный грунт перемешали с цементной пылью (еще раз порыхлили)												
Замочили взрыхленную поверхность водопроводной водой – 36г, на поверхности образовался слой воды–0,3 см.												
Замоченный грунт в сосуде оставлен для сушки около батареи на 5 суток.												
14.01.09	25	706	384	190	3,6	0,3	132	-(+36г воды).				
19.01.09	25	588	384	190	3,6	0	11					
Цемент схватился, на поверхности образовалась сплошная плотная корка .												
Всосуд на грунт с цементной коркой залили 820г водопроводной воды (608г–слипая вода, 212г–чистая водопроводная вода).												
Залитую воду взмучили в течении 1 мин.												
Вода – темно-коричневая без взвесей и мути.												
19.01.09	20,5											
Верх. сл.	21,5	1394	384	190	3,6	10,7	820	-	6,88	63,51	65,71	22
Сред. сл.									6,99			
Нижн. сл.									6,97			
Отстой взмученной воды-3 суток.												
Вода – темно-коричневая (как кофе).												
23.01.09	22											
Верх. сл.	22,5	1364	384	190	3,6	9,3	790	8,06	-	-	-	-
Сред. сл.								8,04				
Нижн. сл.								8,08				
<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 минуты.												
Вода ели-ели помутнела.												
23.01.09	22											
Верх. сл.	22,5	1364	384	190	3,6	9,3	790	-	<b>8,28</b>	63,58	71,71	81,3
<b>Отстой</b> взмученной воды-2 суток.												
Вода – темно-коричневая (как кофе).												
28.01.09	24											
Верх. сл.	24,5	1312	384	190	3,6	8,4	738	7,53	-	-	-	-
Сред. сл.								7,55				

продолжение таблицы 3.39.6												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Нижн. сл.								7,57				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода очень мутная, поверх. грунта плотная, но легко прокалывается.											
28.01.09	24											
Верх. сл.	24,5	1312	384	190	3,6	8,4	738	-	<b>8,43</b>	63,58	87,06	234,8
	<b>Отстой</b> взмученной воды -4 суток.											
	Вода – темно-коричневая (как кофе).											
2.02.09	22											
Верх. сл.	24,5	1244	384	190	3,6	7,5	670	7,80	-	-	-	-
Сред. сл.								7,79				
Нижн. сл.								7,80				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин.											
	Вода – очень мутная.											
2.02.09	22											
	24,5	1244	384	190	3,6	7,5	670	-	8,15	60,02	89,5	295
	<b>Отстой</b> взмученной воды в течении -2 суток.											
	Вода – темно-коричневая.											
6.02.09	23											
Верх. сл.	24,5	1190	384	190	3,6	6,9	616	7,76	-	-	-	-
Сред. сл.								7,72				
Нижн. сл.								7,76				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении – 1 мин, вода очень мутная. Поверхность грунта плотная, прогибается.											
6.02.09	23											
Верх. сл.	24,5	1190	384	190	3,6	6,9	616	-	8,04	60,02	94,43	344
	<b>Отстой</b> взмученной воды -10 суток.											
	Вода - темно-коричневая.											
16.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1066	384	190	3,6	5,3	492	8,05	-	-	-	-
Сред. сл.								8,03				
Нижн. сл.								8,05				
<b>II</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											
16.02.09	На поверхность слоя отстоявшейся воды в сосуде рассыпали бг цементной пыли.											
	Цементную пыль разболтали в верхнем слое воды для равномерного распределения.											
	Воду не взмучивали.											
	Вода – мутно-темно-коричневая.											
	рН – проверяли через 5 мин. отстоя.											
16.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1066	384	190	3,6	5,3	492	9,55	-	-	-	-
Сред. сл.								9,71				
Нижн. сл.								9,77				
	<b>Отстой</b> взмученной воды -4 суток.											
	На поверхности грунта не образовалась плотная цементная корка.											
	Вода - темно-коричневая.											
19.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1026	384	190	3,6	5,6	452	9,93	-	-	-	-
Сред. сл.								-				
Нижн. сл.								9,96				
	В сосуд долили чистой водопроводной воды 394г.											
	<b>Взмучивание</b> в течении 1 мин.											
19.02.09	24											
Верх. сл.	24,5	1420	384	190	3,6	10,2	794	-	9,86	62,68	79,31	166,4
	<b>Отстой</b> воды -5 суток (200г воды в сосуд не возвращали).											
	Вода ярко-желтая, чистая, прозрачная.											
24.02.09	20											
Верх. сл.	21,5	<b>1174</b>	384	190	3,6	6,6	<b>600</b>	9,82	-	-	-	-
Сред. сл.								9,84				
Нижн. сл.								9,84				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин. 200г воды вернули в сосуд, вода мутная.											
24.02.09	20											
Верх. сл.	21,5	<b>1332</b>	384	190	3,6	6,6	<b>758</b>	-	10,28	62,68	91,83	291,5
<b>III</b>	<b>Мероприятия по снижению взмучивания.</b>											

продолжение таблицы 3.39.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
27.02.09	Отстоявшуюся воду слили с помощью медицинского шприца – 600г.											
	Влажный грунт прямо в сосуде оставили сушиться около батареи на 3 сут.											
27.02.09	25	732	384	190	3,6	0,05	158	-	На сушке.			
2.03.09	25	598	384	190	3,6	0	24	-	После сушки.			
	На поверхность высохшего грунта рассыпали 6г цементной пыли ровным слоем и взрыхлили поверхность грунта на глубину 0,5 см +1г цемента дополнительно на взрыхленную поверхность.											
	Замочили грунт водопроводной водой +180г в соотношении 1:2 на 2 часа, грунт не всплывал.											
	Влажный грунт с внесенным цементом высушивался около батареи 3 суток.											
	После сушки на поверхности образовался слой с гладкой поверхностью .											
11.03.09	В сосуд на затвердевший грунт осторожно залили 820г чистой водопроводной воды, не проводили взмучивания и сразу определили pH воды, ил промок на 2/3 глубины.											
	Вода – бесцветная, прозрачная.											
11.03.09	22,5	588	384	190	3,6	-	14		После сушки.			
Верх. сл.	23,9	1394	384	190	3,6	10,6	820	7,73	-	-	-	-
Сред. сл.								7,70				
Нижн. сл.								7,68				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода - не стала мутной, всплыл гумус немного.											
11.03.09	22,5											
Верх. сл.	23,5	1394	384	190	3,6	10,6	820	-	7,87	62,28	65,04	23,6
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 5 суток.											
	Вода – ели-ели желтоватая, прозрачная.											
16.03.09	22,5											
Верх. сл.	24	1344	384	190	3,6	8,6	770	9,33	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода - не стала мутной, прозрачная.											
17.03.09	22,5											
Верх. сл.	24	1344	384	190	3,6	8,6	770	-	9,40	62,28	64,23	19,5
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сутки.											
	Вода – желтоватая, прозрачная.											
18.03.09	23											
Верх. сл.	24	1328	384	190	3,6	8,4	754	9,30	-	-	-	-
Сред. сл.								-				
Нижн. сл.								-				
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – слаба мутная, прозрачная.											
18.03.09	23											
Верх. сл.	24	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	9,41	62,28	66,73	44,6
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 14 суток.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
1.04.09	24											
Верх. сл.	24,5	1256	384	190	3,6	7,6	682	8,99	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – желтая, нет мути, прозрачная.											
1.04.09	24											
Верх. сл.	24,5	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	8,96	62,28	65,86	35,8
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 12 суток.											
	Вода – желтая, прозрачная. (200г мутной воды не возвращали).											
13.04.09	22											
Верх. сл.	23,5	1088	384	190	3,6	5,3	514	8,90	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – желтая, нет мути, прозрачная. (+200г мутной воды, + 100г чистой воды). Плотная корка.											
13.04.09	22,5											
Верх. сл.	23,5	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	8,57	62,28	66,07	37,9
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 суток.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
16.04.09	18											
Верх. сл.	20	1290	384	190	3,6	7,9	716	8,74	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода ярко-желтая, помутнела, без осадка, прозрачная (+40г чистой воды).											
16.04.09	18											

продолжение таблицы 3.39.6												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Верх. сл.	20	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	8,70	62,28	68,32	60,4
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 суток.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
20.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1294	384	190	3,6	7,0	720	8,56	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода ярко-желтая, помутнела, без осадка (+40г чистой воды).											
20.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	8,51	62,28	67,10	48,24
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 суток.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
23.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1300	384	190	3,6	8,2	726	8,91	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода ярко-желтая, помутнела (+40г чистой воды).											
23.04.09	14											
Верх. сл.	15,5	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	8,78	62,28	65,3	30,2
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сут.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
24.04.09	13											
Верх. сл.	15,5	1286	384	190	3,6	7,9	712	8,59	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – стала мутной, без осадка (+10г чистой воды).											
24.04.09	13											
Верх. сл.	15,5	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	8,60	62,28	66,96	46,8
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 3 сут.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
27.04.09	14,5											
Верх. сл.	15,5	1314	384	190	3,6	8,3	646	8,59	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – стала мутной, без осадка (+20г чистой воды).											
27.04.09	14,5											
Верх. сл.	15,5	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	8,56	62,28	65,37	30,9
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 2 сут.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
29.04.09	15											
Верх. сл.	15,5	1320	384	190	3,6	8,4	646	8,45	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – стала мутной, без осадка (+20г чистой воды).											
29.04.09	15											
Верх. сл.	15,5	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	8,47	62,28	66,32	40,4
	<b>Отстой</b> взмученной воды – 1 сут.											
	Вода – желтая, прозрачная.											
30.04.09	16											
Верх. сл.	16,5	1322	384	190	3,6	8,4	748	8,55	-	-	-	-
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин.											
	Вода – стала мутной, без осадка (+10г чистой воды).											
30.04.09	16											
Верх. сл.	16,5	1328	384	190	3,6	8,4	754	-	8,60	62,28	65,33	30,6

Таблица 3.39.7 – Изменение pH водопроводной воды +2г цементной пыли в зависимости от продолжительности отстоев. (Сосуд стеклянный емкостью – 0,5л).

Дата определения pH	Слой воды	Температура, °С		Масса сосуда, в г		Вода		Цемент. масса. г	pH воды, ед.pH
		t <sup>0</sup> <sub>к</sub> в комнате	t <sup>0</sup> <sub>гр</sub> -градировки	Общая	Пустой сосуд	Масса. г	Слой. см		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Начало:	Чистая водопроводная вода.								
14.01.09	Верх. сл.	20,5	20,5	697	258	436	9,5	-	7,51
	В водопроводную воду внесли – 2г цементной пыли и перемешали в течении 3-х мин; Отстой взмученной воды-5 мин; Цемент осел на дно слоем 0,2 см; Вода мутно-дымчатая (на стенках сосуда нет пузырьков).								
14.01.09	Верх. сл.	20,5	20,5	698	258	438	9,5	2,0	10,59
	Отстой взмученной воды-2 сут. в закрытом сосуде На дне образовалась цементная корка слоем 0,2 см; Вода чистая, как слеза.								
16.01.09	Верх. сл.	20,5	21,5	674	258	416	8,7	2,0	11,43
	Сред. сл.								11,50
	Нижн. сл.								11,90
	При возвращении пробы воды-50г, которую отбирали для измерения pH, всплывают белые хлопья.								
	Отстой воды – 3 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, как слеза.								
19.01.09	Верх. сл.	20,5	21,5	656	258	408	8,5	2,0	11,35
	Сред. сл.								11,38
	Нижн. сл.								11,53
	Отстой воды – 7 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, как слеза.								
26.01.09	Верх. сл.	24	24,5	610	258	352	7,6	2,0	10,59
	Сред. сл.								10,61
	Нижн. сл.								10,62
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин; Вода – стала мутно белесая.								
26.01.09	Верх. сл.	24	24,5	610	258	352	7,6	2,0	10,62
	<b>Отстой</b> воды – 7 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, как слеза.								
2.02.09	Верх. сл.	22	24,5	560	258	302	6,6	2,0	9,80
	Сред. сл.								9,80
	Нижн. сл.								9,83
	<b>Отстой</b> воды – 3 сут., в <b>открытом</b> сосуде; Вода – чистая, прозрачная.								
5.02.09	Верх. сл.	23	24,5	536	258	278	6,2	2,0	9,78
	Нижн. сл.								9,82
	<b>Отстой</b> воды – 6 сут., в <b>закрытом</b> сосуде; Вода – чистая, прозрачная.								
10.02.09	Верх. сл.	24	24,5	534	258	276	6,1	2,0	10,16
	Нижн. сл.								10,18
	<b>Отстой</b> воды – 6 сут., в <b>закрытом</b> сосуде; Вода – чистая, прозрачная.								
16.02.09	Верх. сл.	24	24,5	528	258	270	6,0	2,0	9,99
	Нижн. сл.								10,01
	<b>Отстой</b> воды – 3 сут., в <b>закрытом</b> сосуде; Вода – чистая, прозрачная.								
19.02.09	Верх. сл.	24	24,5	526	258	268	5,9	2,0	10,08
	Нижн. сл.								10,13
	<b>Отстой</b> воды – 5 сут., в <b>закрытом</b> сосуде; Вода – чистая.								
24.02.09	Верх. сл.	20	21,5	524	258	266	5,8	2,0	9,91
	Нижн. сл.								9,94
	<b>Взмучивание</b> воды в течении 1 мин. Вода – мутно-белесая, всплывают белые хлопья. Цементная корка – плотная на дне.								
24.02.09	Верх. сл.	20	21,5	524	258	266	5,8	2,0	9,93

Таблица 3.39.8- Изменение рН водопроводной и снеговой воды в зависимости от температуры воды и условий хранения с открытой поверхностью.  
(Сосуд стеклянный емкость 0,5 литра).

Дата и условия хранения воды	Температура, С <sup>0</sup>		Вода		рН воды при глуб h		рН воды при глубине измерения 2,5 см с подогревом до температуры:						
	t <sup>0</sup> <sub>ком</sub>	t <sup>0</sup> <sub>градировки</sub>	Масса. г	Слой. h, см	t <sup>0</sup> <sub>нач</sub>	рН	11,5 <sup>0</sup>	13,5 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>	20,5 <sup>0</sup>	22,5 <sup>0</sup>	23,5 <sup>0</sup>	14,5 <sup>0</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Водопроводная вода.</b>													
28.01.09	24	24,5											
Холод			738	9,9	9,7	8,63	-	8,33	8,29	-	-	-	8,16
Тепло			716	9,7	22,5	8,45	-	-	-	-	8,36	8,24	8,20
30.01.09	23	24,5											
Холод			732	9,9	7,5	8,67	8,54	8,46	8,32	-	-	-	8,20
Тепло			698	9,3	20,5	8,40	-	-	-	8,38	8,35	8,32	8,29
2.02.09	22	24,5											
Холод			724	9,8	5,8	9,04	8,93	8,86	8,53	-	-	-	8,43
Тепло			674	8,9	20,1	8,70	-	-	-	8,71	8,68	8,43	8,32
5.02.09	23	24,5											
Холод			720	9,6	6	9,08	9,04	8,88	8,65	-	-	-	8,43
Тепло			656	8,5	22	8,80	-	-	-	-	8,82	8,61	8,49
10.02.09	24	24,5											
Холод			714	9,4	7,5	8,98	8,89	8,85	8,68	8,51	-	-	8,39
Тепло			632	8,0	22,5	8,57	-	-	-	-	-	8,58	8,58
16.02.09	24	24,5											
Холод			706	9,3	8,2	9,01	8,91	8,90	8,80	8,58	-	-	8,43
Тепло			590	7,3	23,1	8,58	-	-	-	-	-	8,69	8,61
<b>Снеговая вода.</b>													
28.01.09	24	24,5											
Холод			746	10	7,7	7,14	7,06	6,76	-	-	-	-	6,42
Тепло			734	9,6	23,2	7,0	-	-	-	-	-	6,76	6,75
30.01.09	24	24,5											
Холод			732	10	7,5	7,24	7,45	7,12	6,90	-	-	-	6,79
Тепло			676	9,2	20,7	7,03	-	-	-	-	6,95	6,90	6,88
2.02.09	24	24,5											
Холод			722	9,9	6	7,92	8,09	7,87	7,56	7,48	-	-	7,35
Тепло			650	8,8	20,6	7,33	-	-	-	7,58	7,02	6,98	6,94
5.02.09	24	24,5											
Холод			716	9,6	6	7,97	7,68	7,47	7,30	7,14	-	-	7,04
Тепло			632	8,4	22,3	7,34	-	-	-	-	7,25	7,06	7,03
10.02.09	24	24,5											
Холод			710	9,6	7,6	7,66	7,71	7,43	7,25	7,11	-	-	7,04
Тепло			596	7,7	22,3	6,93	-	-	-	-	7,09	7,02	7,01
16.02.09	24	24,5											
Холод			702	9,3	8,2	7,67	7,87	7,63	7,36	7,28	-	-	7,16
Тепло			552	6,8	23,1	7,05	-	-	-	-	7,28	7,05	6,95

Таблица 3.39.9 - Изменение активности и рН взмученной воды над слоем илистых отложений с разной степенью радиоактивности в зависимости от скрепляющих компонентов и способа их внесения.

Дата определения активности и рН воды	Продолжительность отстоя мутной воды. сут	Температура С <sup>0</sup>	Сосуд-1. Грунт – 2534 Бк/кг			Сосуд-2. Грунт – 2534 Бк/кг			Сосуд-3. Грунт – 2534 Бк/кг			Сосуд-6. Грунт – 13790 Бк/кг		
			рН отстоявшейся воды	рН мутной воды	Удельн. актив. мутной воды. Бк/л	рН отстоявшейся воды	рН мутной воды	Удельн. актив. мутной воды. Бк/л	рН отстоявшейся воды	рН мутной воды	Удельн. актив. мутной воды. Бк/л	рН отстоявшейся воды	рН мутной воды	Удельн. актив. мутной воды. Бк/л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Начало – без скрепляющих компонентов.														
25.12.08	2	21,5	7,23	7,04	53,8	7,23	7,04	53,8	7,23	7,04	53,8	-	-	-
Скрепляющий компонент известь – пушонка.														
			На поверх. воды +1г извести			На поверх. ила +1г извести			С рыхлением поверхности +1г извести			Нет		
5.01.09	5	21,5	8,54	8,34	68,0	8,24	8,26	53,4	8,23	8,21	52,4	-	-	-
9.01.09	4	21,5	8,43	7,73	96,9	8,35	8,16	54,08	8,32	8,26	41,3	-	-	-
10.01.09	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,33	6,84	431
12.01.09	3	21,5	8,24	7,62	87,4	8,17	7,99	57,50	8,17	8,09	25,7	С рыхлением +3г цемента.		
14.01.09	2	21,5	8,02	7,50	85,1	8,03	7,85	74,40	7,90	7,80	46,0	-	-	-
16.01.09	1	21,5	8,03	7,46	-	7,92	7,52	-	7,70	-	-	-	-	-
			Перемешали на всю глубину			На поверх. ила +1г извести			С рыхлением поверхности +3г извести					
16.01.09	-	21,5	-	6,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19.01.09	3	21,5	7,27	7,20	203,9	-	8,28	35,2	-	-	-	-	6,88	22
23.01.09	4	22,5	7,53	7,21	193	7,98	8,0	76,2	-	-	-	8,06	8,28	81,3
26.01.09	-		На поверх. воды +2г извести			-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.01.09	4					7,76	7,67	85,9	8,15	8,26	37,9	-	-	-
28.01.09	2	24,5	11,15	11,87	133	-	-	-	-	-	-	7,53	8,43	234,8
			Чистая вода +250г			-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.02.09	4	24,5	8,83	9,44	124	7,68	7,64	81,2	7,89	8,02	27,4	7,80	8,15	295
5.02.09	3	24,5	-	-	-	7,61	7,64	85,9	7,86	7,95	52,5	-	-	-
6.02.09	2	24,5	8,73	9,12	175,6	-	-	-	-	-	-	7,76	8,04	344
Скрепляющий компонент цементная пыль..														

продолжение таблицы 3.39.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16.02.09	10	23,5	8,26	-	-	-	-	-	7,99	-	-	На поверх. воды +6г цемента		
19.02.09	4		На поверх. воды +6г цемента			На поверх. ила +6г цемента			С рыхлением поверхности +6г цемента			9,93	9,86	166,4
												9,82	10,28	291,6
19.02.09	-		+490г чистой воды			7,63	8,04	0	-	-	-	С рыхлением +6г цемента		
24.02.09	4	24	11,50	9,70	44,5	9,52	9,67	11,5	-	-	-	+1г на поверх. ила.		
11.03.09	15	24	10,08	10,16	31,8	9,25	8,99	34,5	8,86	9,45	9,4	7,73	7,87	23,6
16.03.09	5	24	9,85	10,09	3,6	9,20	9,43	51,6	9,27	9,40	25,8	9,33	9,40	19,5
19.03.09	2	24	9,75	9,95	23,6	9,08	9,25	56,5	9,13	9,23	22,8	9,30	9,41	44,6
1.04.09	10	24	9,23	8,77	53,7	8,31	8,52	60,8	8,33	8,27	53,1	8,99	8,96	35,8
13.04.09	13	23,5	9,21	8,75	43,7	8,26	8,02	49,9	8,35	8,17	33,6	8,90	8,57	37,9
16.04.09	3	20	8,68	8,89	46,1	8,18	8,25	83,7	8,36	8,38	61,1	8,74	8,70	60,4
17.04.09			На поверх. воды +6г цемента			На поверх. ила + цементное молоко 1:10			С рыхлением поверхности +6г цемента +3г на поверх.			-	-	-
												-	-	-
20.04.09	3	15,9	12,78	13,20	10	-	-	-	-	-	-	8,56	8,51	48,24
23.04.09	3	15,5	13,08	13,22	28,8	7,24	7,56	34,0	7,10	7,70	16,6	8,91	8,78	30,20
24.04.09	1	15,5	12,70	13,13	34,7	9,29	9,14	34,8	9,39	9,39	16,9	8,59	8,60	46,80
27.04.09	3	15,5	12,30	12,77	32,1	9,62	9,59	14,0	10,07	10,16	21,3	8,59	8,56	30,9
29.04.09	2	15,5	11,6	11,78	8,6	9,30	9,33	20	9,96	10,01	9,1	8,45	8,47	40,4
30.04.09	1	15,5	11,15	11,78	14,0	9,33	9,45	13,4	10,03	10,12	23,6	8,55	8,60	30,6

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексахин Р.М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 132 с.
2. Алексахин Р.М., Васильев А. В., Дикарев В. Г. и др.; под ред. Алексахина Р.М., Корнеева Н.А. Сельскохозяйственная радиозэкология. – М.: Экология, 1992. – 400 с.
3. Алексахин Р.М., Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А. Агрохимия  $^{137}\text{Cs}$  и его накопление сельскохозяйственными растениями // Агрохимия. - 1977. – N 2. – С. 129-142
4. Алексахин Р.М., Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А. Поведение  $^{137}\text{Cs}$  в системе почва - растение и влияние внесения удобрений на накопление радионуклида в урожае // Агрохимия. – 1992. – N 8. – С. 127 – 138
5. Анисимов В.С. Влияние форм аварийных выпадений и физико-химических свойств почв на подвижность  $^{137}\text{Cs}$  в системе "почва - растение" в 30-километровой зоне Чернобыльской АЭС. Дис. канд. биол. наук. – Обнинск. 1995. – 137с.
6. Анисимов В.С., Санжарова Н.И., Алексахин Р.М. О формах нахождения и вертикальном распределении  $^{137}\text{Cs}$  в почвах в зоне аварии на Чернобыльской АЭС // Почвоведение. – 1991. – N 9. – С. 31 – 40
7. Анненков Б.Н. Итоги исследований по радиобиологии и радиозэкологии сельскохозяйственных животных // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук.-1996.-N4. – С.15-25
8. Анненков Б.Н., Юдинцева Е.В. Основы сельскохозяйственной радиологии – М.: Агропромиздат, 1991. – 286 с.
9. Анохин В.Л. Моделирование процессов миграции радиоизотопов в ландшафтах. – М.: Атомиздат, 1974. – 144 с.
10. Антыков А.Я. Почвы Брянской области и условия их образования. – Брянск, 1958. – 162 с.
11. Астапов С.В. Мелиоративное почвоведение (практикум). – М.: Сельхозиздат., 1958. – 367с.
12. Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод. (Перевод с английского к.т.н. Масоловой Т.П. под редакцией д.т.н. Калюжного С.В. – М.: Мир, 2006г – 480с.
13. Байкова С.Н., Балакирев Н.А., Богерук А.К. и др. Цеолиты: эффективность и применение в сельском хозяйстве. Часть I. ФГНУ «Росинформагротех» – М., 2000. – 293с.
14. Байкова С.Н., Балакирев Н.А., Богерук А.К. и др. Цеолиты: эффективность и применение в сельском хозяйстве. Часть II. ФГНУ «Росинформагротех». – М., 2000. – 331с.
15. Белова Е.И., Коготков А.Я. Экспериментальные исследования распределения стронция-90 по профилю некоторых типов почв / В сб. «Моделирование поведения и токсического действия радионуклидов». – Свердловск, 1978. – С. 56 – 59
16. Белоус Н.М. и др. Способы уменьшения содержания радионуклидов в кормах // Химия в сел. хоз-ве. -1996.- N1.- 26 с.

17. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв. – Брянск: БГСХА, 2006. – 432с.
18. Бета – радиометр РУБ-О1П6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ЖШ. 289.108ТО, 1984г-95с.
19. Бобовникова Ц.И., Варченко Е.П., Коноплев А.В. и др. Химические формы нахождения долгоживущих радионуклидов и их трансформация в почвах зоны аварии на ЧАЭС// Почвоведение. – 1990. – N 10. – С. 20 –25
20. Бондаренко Н.Ф. Физические основы мелиорации почв. – Л.: Колос, 1975. – 258 с.
21. Бондарь П.Ф., Шмаай Г.С., Ярмолович Т.Л. Исследования подвижности радионуклидов в почве и их потенциальной доступности растениям ионообменным методом. // Почвоведение. – 1995. – N6. – С. 714-717
22. Булгаков А.А., Коноплева А.В., Попов В.Е., Бобовникова Ц.И., Сиверина А.А., Шкуратова И.Г. Механизм вертикальной миграции долгоживущих радионуклидов в почвах 30- километровой зоны ЧАЭС// Почвоведение. – 1990. – N10. – С. 14-39
23. Вакуловский С.М. и др. Загрязнение цезием-137 и стронцием-90 водных объектов на территории, подвергшейся воздействию выбросов аварийного блока ЧАЭС // Метеорология и гидрология. – 1991. – N7. – С. 64 - 73
24. Вакуловский С.М. др. Загрязнение цезием-137 и стронцием-90 водных объектов Российской Федерации в зоне влияния аварийного выброса ЧАЭС // Метеорология и гидрология. – 1996. – N4. – С. 19 – 24
25. Василенко И.Я. Цезий-137 в биосфере. // Гигиена и санитария. – 1989. – N 7. – С. 55-58
26. Василенков В.Ф. Моделирование процессов стекания грунтовых вод с водосбора и методы расчетов сельскохозяйственного дренажа. – Брянск.: Изд. БГСХА, 1995. – 250 с.
27. Василенков В.Ф., Мельникова Е.А. «К построению модели движения жидкости в ненасыщенной почве при испарении». /Сб. «Достижения науки и передовой опыт в производство и учебно-вспомогательный процесс». – Брянск: БГСХА, 1995. – С. 57-58
28. Василенков В.Ф., Мельникова Е.А. Математическая модель испарения почвенной влаги. / Сб. Проблемы природообустройства и экологической безопасности. Материалы XI межвузовской научно-практической конференции. – Брянск: БГСХА, 1998. – С. 28-31
29. Василенков В.Ф., Севрюк Е.В. Математическая модель передвижения радионуклидов в почве./ Материалы XVI межвузовской научно-практической конференции. Проблемы природообустройства и экологической безопасности. – Брянск: БГСХА, 2003. – С. 28-31
30. Василенков С.В. Модели регулирования внутриснежного стока/ Матер. междунар. научно- прак. конф. – Горки. Беларусь. – 1999. – Ч.1 – С. 131-134
31. Василенков С.В. Промывка «цезиевых пятен» способом задержания внутриснежного стока. / Сб. науч. труд. «Проблемы энергетики, природопользования, экологии». – Брянск: Изд. БГСХА, 2007. – С. 101-106
32. Василенков С.В. Самоочищение воды от радионуклидов в водоемах.

- /«Проблемы экологической безопасности и природопользования»  
Материалы международной научно-практической конференции. Вып.7. – М.: Норма МАЭБП, 2006. – С. 137-140
33. Василенков С.В. Цеолиты как средство очистки воды от радионуклидов. / Сб. научных трудов «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий». Под редакцией Ю.А. Мажайского. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГ и М Россельхозакадемии, 2008. – Вып.3 – С. 515-518
34. Василенков С.В. Режим промывки радиоактивно загрязненных земель от цезия // Мелиорация и водное хозяйство. – 2008. – №3. – С. 35-36
35. Василенков С.В., Холодкова Г.С. Рекомендации по регулированию внутриснежного стока. – Брянск: изд. БГСХА, 1999. – 30с.
36. Василенков С.В. Вынос  $^{137}\text{Cs}$  эвапотранспирационным потоком влаги. // Вестник Саратовского Госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – Саратов: СГАУ, 2009-№ 2- С.47-50.
37. Василенков С.В. Оценка массопереноса  $^{137}\text{Cs}$  из почвы при испарении воды. / Материалы научно-практической конференции 2007г «Проблемы энергетики, природопользования, экологии». – Брянск: изд. БГСХА, 2007- С.22-24.
38. Василенков В.Ф., Василенков С.В., Байдакова Е.В. Рекомендации к расчету экономической эффективности инженерных мероприятий по снижению доз радиоактивного облучения населения. (Учебно- методическая разработка). – Брянск : изд. БГСХА, 2007-23с.
39. Василенков С.В. Вымывание цезия- 137 из почвы периодическими поливами. // Мелиорация и водное хозяйство. – М.: - 2008. –№ 6 – С.34-37.
40. Василенков С.В. Особенности осаждения радионуклидов в отстойниках. // Природообустройство – М.: ФГОУ ВПО МГУП – 2008. –№ 5 – С25-30.
41. Василенков С.В. Диффузия цезия-137 в капиллярах ила и почвы.// Мелиорация и водное хозяйство – М.: - 2009. – № 1 – С. 24-26.
42. Василенков С.В., Демина О.Н. Принципы моделирования и оптимизации работы отстойника для осаждения тонких фракций. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия – экология и безопасность жизнедеятельности. – М.: 2009. – № 2 – С. 41-49.
43. Василенков В.Ф., Василенков С.В. Вынос цезия – 137 с нагретой поверхности почвы в процессе термофареза. / Сборник материалов международной научно-технической конференции 22-24 сентября 2009г. Проблемы энергетики, природопользования, экологии». – Брянск: изд. БГСХА, 2009. – С.46-49.
44. Василенков С.В., Гомонова Н.Е. Вымыв цезия из почвы при орошении овощей на радиоактивных землях в течении 10 сезонов. / Сборник материалов международной научно-технической конференции 22-24 сентября 2009г «Проблемы энергетики, природопользования, экологии». – Брянск: изд. БГСХА, 2009. – С. 46-49 – 187с.

45. Василенков В.Ф., Василенков С.В., Козлов Д.В. Водохозяйственная радиология. Учебное пособие. – М.: ФГОУ ВПО МГУП – 2009 – 413с.
46. Василенков С.В. «Моделирование процесса выноса радионуклидов промывными поливами. / Современные энерго и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства». По материалам научных чтений 8-й выпуск. Сборник международных научных трудов под редакцией Г.М. Туникова. – Рязань: изд. РГАТУ им. Костычева, 2009. – С. 17-21 – 360с.
47. Василенков С.В., Демина О.Н. Вымыв цезия- 137 из почвы в населенных пунктах радиоактивно загрязненной местности. // «Экология урбанизированных территорий». – М.: - 2009 – N 4 – С. 59-64.
48. Васильченко Г.В. Отчет о результатах выполнения НИР. – Минск, 1993. –65с.
49. Воробьев Г.Т. Почвы Брянской области. – Брянск: «Грани», 1993. – 160с.
50. Воробьев Г.Т., Гучанов Д.Е., Маркина З.Н., Новиков А.А., Калацкий В.С., Карпеченко С.В. Радиоактивное загрязнение почв Брянской области. – Брянск: Изд-во Грани, 1994. – 148 с.
51. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Ассоциация строительных вузов. – МГСУ – 2006г – 702с.
52. Временные рекомендации по проведению проектно-изыскательских работ по строительству осушительных систем в условиях радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС. – С.Петербург, 1992. – 9с.
53. Временные рекомендации по проектированию мелиоративных объектов на землях, загрязненных радионуклидами аварийных выбросов Чернобыльской АЭС. – Минск, 1987. – 40с.
54. Гавриченко А.И., Овсянников Е.П., Карпова Л.Н. и др. Правила безопасности при выполнении сельскохозяйственных работ в условиях радиоактивного загрязнения территории./ ВНИОТ (НИИ охраны труда) – М., 1992. – 33 с.
55. Голованов А.И., Зимин Ф.М., Козлов Д.В. и др. Природообустройство. – М.: Колос, 2008. – 552с.
56. Голованов А.И., Кузнецов Е.В. Основы капельного орошения. – Краснодар: КГАУ, 1996. – 96с.
57. Гребенщикова Н. В., Самусев Н. И., Новик А. А. Поведение радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  в дерново-подзолистых почвах Гомельской области. Тез. докл. 3-ей Всес. конф. по с.-х. радиологии. – Обнинск.– 1990. –Т. 1. – С. 18-19
58. Гулякин И. В., Юдинцева Е.В. Сельскохозяйственная радиобиология – М.: Колос, 1973. – 272 с.
59. Гулякин И. В., Юдинцева Е. В., Бакунов Н. А. Поступление  $^{137}\text{Cs}$  в растения в зависимости от свойств почвы // Доклады ТСХА. – 1966. – Вып. 119. – С. 121-124
60. Жилина Н.И., Крылов А.Л., Носов А.В. и др. Компьютерное моделирование последствий поступления радиоактивных веществ в поверхностные водоемы. // Известия РАН. Энергетика, 2004. – N 3. – С. 74-81

61. Зверева Т.С., Ковеня С.В. Действие ультразвука на некоторые минералы, встречающиеся в почвах. / Сб. трудов по агрономической физике. Физические проблемы мелиораций и обработки почв. – Л.: Колос, 1970. – С. 88 – 90
62. Зимон А.Д. Мир частиц. – М.: «Наука», 1988. – 192с.
63. Зимон А.Д. Радиоактивные загрязнения. Источники. Опасность. Дезактивация. – М.: «Военные знания», 2000. – 51с.
64. Ибад-Заде Ю.А., Нуриев И.Г. Расчет отстойников. – М.: Стройиздат, 1972. – 168с.
65. Иванов И., Платиканов Д. Коллоиды. – Л.: «Химия», 1975. – 153с.
66. Израэль Ю.А., Вакуловский С.М. и др. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред. – Л.: Гидрометеиздат, 1990.
67. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.А. Радиационная безопасность и защита. – // Медицина, 1996. – 336 с.
68. Ильин М. И., Перепелятников Г. П. Миграция радионуклидов в агроценозах Полесья Украины, расположенных на торфяных почвах / «Проблемы с.-х. радиологии» (сб. тр. под ред. Н. А. Лощилова). – Киев, 1993. – С.97-110
69. Инкин Л.А. Плотность почвы и физические процессы в ней – Ставрополь: СНИИ сельского хозяйства – 1973г – 61с.
70. Казаков С.В. Принципы оценки радиоэкологического состояния водных объектов. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Т. 44. – №6. – С. 694 – 704
71. Калацкий В.С. Чернобыль и Брянщина // Химия в сел. хоз-ве. – 1996. – №1. – С.15-16
72. Караваева Б.Н., Молчанова И.В. Поведение радионуклидов в переувлажненных почвах зон воздействия ядерного предприятия на Урале //Экология. -1997. – №3. – С. 191 -194
73. Клечковский В.М., Гулякин И.В. Поведение в почвах и растениях микроколичеств стронция, цезия, рутения и циркония // Почвоведение. – 1958. – №3. – С. 1-16
74. Клечковский В.М. и др. Поведение радиоактивных продуктов деления в почвах, их поступление в растение и накопление в урожае. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. –150 с.
75. Колабин Т.В. Введение в прикладную экологию. – Мурманск, 1998.
76. Кононович А.А., Носов А.В. Продольный перенос вредных примесей речным потоком. //Атомная энергия, 2001. – Т.90. - №1.
77. Коноплев А.В., Бобовникова Ц.И. и др. Распределение радионуклидов, выпавших в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в системе «почва-вода» // Метеорология и гидрология. –1988. – №12. –С.63-74
78. Корнеев Н.А., Егорова В.А. К вопросу о миграции  $^{137}\text{Cs}$  в почвенно-растительном покрове // Сельскохозяйственная биология. – 1989. –№1. - С.35-40

79. Корнеев Н.А., Сироткин А.Н. Основы радиозкологии сельскохозяйственных животных. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
80. Корнеев Н.А., Сироткин А.Н., Корнеева Н.В. Снижение радиоактивности в растениях и продуктах животноводства. – М.: Колос, 1977.
81. Корнеев Н.А., Фирсакова С.К., Малышева М.Р. Поступление стронция-90 в луговые травы из почв различных типов Нечерноземной зоны // Почвоведение. – 1975. – N 11. – С.53 – 59
82. Крылов А.А., Носов А.В., Крышев А.И. и др. Расчет содержания радионуклидов в воде и донных отложениях рек. // Метеорология и гидрология, – 2007. – N7. – С.81-92
83. Круглов С.В. Физико-химические аспекты загрязнения сельскохозяйственных угодий в результате радиационной аварии и миграция радионуклидов в системе почва-растение (на примере Чернобыльской АЭС). Автореф. дис. докт. наук. – Обнинск, 1997. – 54 с.
84. Круглов С.В., Алексахин Р.М., Васильева Н.А., Куринов А.Д., Ратников А.Н. О формировании радионуклидного состава почв в зоне аварии Чернобыльской АЭС // Почвоведение. – 1990. – N10. – С. 26 – 34
85. Кузнецов М.С., Пушкарева М.М., Флесс А.Д., Литвин Л.Ф., Блохин Е.Л., Демидов В.В. Прогноз интенсивности водной эрозии и миграции радионуклидов в загрязненных районах Брянской области // Почвоведение. – 1995. – N5. – С.677-625
86. Куликов Н.В., Молчанова И.В., Пискунов Л.И. Миграция  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в лесных почвах / В сб., "Чернобыль'94". IV Международная научно-техническая конференция. Итоги 8 лет работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. – Зеленый мыс. – 1994. – С.26 – 34
87. Лархер В. Экология растений. – Мир, 1978. – 184с.
88. Лепорский О.Р., Седов С.Н., Шоба С.А., Бганцов В.Н. Роль промораживания в разрушении первичных минералов подзолистых почв. // Почвоведение . – 1990. – N6. – С.112-116
89. Линслей Г.К., Колер М.А., Паулос Д.Л.Х., Прикладная гидрология. Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 759 с.
90. Лоцилов Н.А., Иванов Ю.А., Бондарь П.Ф. и др. Параметры миграции стронция-90 и цезия-137 в почвах Полесья / Тез. докл. 3-ей Всес. конф по с.-х. радиологи. – Обнинск, 1990 – Т. 4. – С.3 – 4
91. Лоцилов Н.А., Иванов Ю.А., Кашпаров В.А. и др. Вертикальная миграция в почвах Полесья радионуклидов выброса ЧАЭС в различных физико-химических формах. / "Проблемы с.-х. радиологии" - сб. научных трудов (под ред. Н. А. Лоцилова). – Киев, 1991. – Вып. 1. – С.36 – 44
92. Ляпкало А.А., Рябчиков В.Н., Кононова Г.А. Радиационная экология. (Учебное пособие) – Рязань. 2006г—241с.
93. Максимов М.Т., Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерение. – М.: Энергоатомиздат. 1986. – 224 с.
94. Марей А.Н. Санитарная охрана водоемов от загрязнений радиоактивными веществами. – М.: Атомиздат, 1976. – 224с.
95. Марей А.Н., Бархударов Р.М., Новикова Н. Глобальные выпадения цезия-137 и человек. –М.: Атомиздат, 1974. – 250 с.

96. Маркелов С.В., Малухин Н.Г., Лобанов П.Д. Ресурсосбережение и экология в процессах инженерной геотехнологии при освоении урановых месторождений. НиТАООС, №6, ВИНТИ, – М., 2003. – С.3-95
97. Маркина З.Н., Курганов А.А., Воробьев Г.Т. Радиоактивное загрязнение продукции растениеводства Брянской области. – Брянск: БГСХА, 1997. –241 с.
98. Махонько К.П. К вопросу о миграции загрязняющих веществ в экосистеме / В кн.: "Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах". – Л., 1985. – С.8 -17
99. Мельникова М.К., Ковеня С.В. Применение радиоактивных индикаторов для моделирования процессов лессиважа // Почвоведение. – 1971. – №10. – С.42-49
100. Мельчаков Ю.Л., Суриков В.Т. Сравнительная оценка интенсивности эвапотранспирационного массоэлементопереноса в таежных ландшафтах северного и среднего Урала // Экология. – 2006. – №1. – С.74-76
101. Моисеев А.А., Рамзаев П.В. Цезий – 137 в биосфере. – М.: Атомиздат, 1975. – 184 с.
102. Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А., Алексахин Р.М. и др. Исследование поведения <sup>137</sup>Cs в системе почва - растение / Тез. докл. 1-й Всес. науч. конф.: "Проблемы взаимодействия общества и природы". – М.: МГУ, 1978. – С.141 – 142
103. Молчанова И.В. Караваева Е.Н., Куликов Н.В. Радиоэкологическое изучение почвенно-растительного покрова сопряженных участков ландшафта в зоне Чернобыльской АЭС // Экология. – 1990. – № 3. – С.30 -35
104. Молчанова И.В., Караваева Е.Н. Влияние режима почвенного увлажнения на переход стронция-90, цезия-137 и церия-144 из почвы в раствор // Экология. – 1972. – №4. – С. 57 – 62
105. Молчанова И.В., Куликов Н.В. О распределении Sr-90 и Cs-137 в почвенно-растительном покрове тундры / Докл. АН СССР. 1970. – Т.195. – №4. – С.959-961
106. Муравьев Б.Д. Ликвидация последствий Чернобыльской катастрофы на водных объектах Брянской области. /Сб. Проблемы природообустройства и экологической безопасности. – Брянск.: Изд. БГСХА, 1998. – С.3-5
107. Мурахтанов Е.С., Ахременко С.А., Акименков Н.В., Самойленко В.М. Радиоационно-экологическая обстановка Брянской области. – Брянск, 1994. –71с.
108. МУ 2.6.1.-95. Реконструкция накопленной эффективной дозы облучения в 1986-1995гг. жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986г. – 22 с.
109. Никипелов Б.В., Романов Г.Н., Косенко Н.Н. и др. Радиационная авария на Южном Урале в 1957 году // Атомная энергия. –1989. –Т.67. – №2. – С. 74-80
110. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. – М.: Мир, 1979. – 512с.
111. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). – М.: Минздрав России, 1999. – 116с.

112. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. – Департамент Госсанэпиднадзора России, 2005. – 86с.
113. Оводов В.С. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение. Издание третье, переработанное и дополненное. М.: «Колос», 1984. – 480с.
114. Орлова Е.И., Смиренная В.А. Теоретические и практические аспекты действия малых доз ионизирующих излучений. – Сыктывкар. –1974.
115. Отчет о НИР: «Изучить состояние и разработать прогноз радиационной обстановки на мелиоративных объектах, а также комплекс мероприятий по локализации миграционных процессов с использованием мелиоративных технологий». Научные руководители Зейдельман Ф.Р., Тихомиров Ф.А., Мукашев Ш.Б. – М., 1991. – 216 с.
116. Отчет о научно исследовательской работе по федеральной целевой программе «Социальное развитие села до 2010 года» на тему: «Проведение научных исследований по реабилитации водных объектов в сельской местности инженерными средствами в зоне радиоактивного загрязнения». № гос. регистрации 0120.0601161, инв. номер №0220.0600264. – Брянск: БГСХА, 2005. – 161с.
117. Отчет о научно-исследовательской работе по Федеральной целевой программе «Социальное развитие села до 2010 года» на тему: «Развитие питьевого водоснабжения в сельской местности на базе мелкотрубчатых колодцев в зоне радиоактивного загрязнения», № гос. регистрации 0120. 0601 162, инв. номер № 0920. 0600 265. – Брянск: БГСХА, 2006. – 173 с.
118. Пааль Л.Л. и др. Справочник по очистке природных и сточных вод. – М.: Высш. шк., 1994. – 336 с.
119. Павлоцкая Ф. И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах. – М.: Атомиздат, 1974. – 215 с.
120. Панов А.В., Фесенко С.В., Алексахин Р.М. Эффективность мероприятий, направленных на снижение доз облучения жителей сельских населенных пунктов в отдаленный период после аварии Чернобыльской АЭС. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2001. – Т.41. – №6. – С. 682-694
121. Панов А.В., Фесенко С.В., Санжарова Н.И., Алексахин Р.М., Прудников П.В., Пастернак А.Д. Влияние сельскохозяйственных защитных мероприятий на облучение населения, проживающего на территориях, загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2006. – Т.46. – №2. – С. 233-239
122. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. – М.: Химия, 1974. – 591 с.
123. Подворко Г.А., Санжарова Н.И., Спиридонов С.И., Коноплева И.В. Вертикальная миграция  $^{137}\text{Cs}$  в болотных почвах в отдельный период после аварии на ЧАЭС. // Радиационная биология радиоэкология – 2004г – т.44 – N 4 – С. 458-469.
124. Поляков Ю.А. Закономерности поведения  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почве / В кн.: Современные проблемы радиобиологии. – Т. 2., Радиоэкология. Под ред. В.М. Ключковского. – М.: Атомиздат, 1971. – С. 90 – 97
125. Поляков Ю.А. Радиоэкология и дезактивация почв. – М.: Атомиздат, 1970. – 303 с.

126. Почвоведение. Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. В 2 ч. – М.: Высш. шк., 1988. – 768 с.
127. Пристер Б.С., Иванов Ю.А., Перепелятникова Л.В. Проблемы применения контрмер в сельском хозяйстве Украины после аварии на Чернобыльской АЭС // Вісник Агр. науки. -1996. – N 1. – С.74 – 81
128. Пристер Б.С., Лоцилов Н.А., Немец Щ.Ф. и др. Основы сельскохозяйственной радиологии. – Киев: Урожай, 1988.
129. Пристер Б.С., Омеляненко Н.П., Перепелятникова Л.В. Миграция радионуклидов в почве и переход их в растения в зоне аварии Чернобыльской АЭС // Почвоведение. - 1990. – N 10. – С.23 – 27
130. Пристер Б.С., Перепелятникова Л.В., Омеляненко Н.П. Вертикальное распределение радионуклидов в почве и переход их в растение в районе аварии на ЧАЭС / "Проблемы с.-х. радиологии" - сб. научных трудов (под ред. Н.А. Лоцилова). - Киев, 1992. – Вып. 2. – С.95 – 101
131. Прокофьев О.Н. Определение уровня внутреннего облучения людей при землепользовании на территории, загрязненной радионуклидами. // Радиационная биология. Радиозэкология. – 2002. – Т. 42. – N4. – С.457-461
132. Просяников Е.В. Оценка плодородия и экологической устойчивости почв агросистем, загрязненных радионуклидами / Тез. Докл. II съезда общества почвоведов РАН. – С. – Петербург, 1996. – Кн. II. – С.242 – 243
133. Просяников Е.В., Кошелев И.А., Силаев А.Л. Некоторые экосистемные особенности поведения радионуклидов в поймах рек Брянской области /Мат. докл. Межвузовской научно-методической конференции. Ярославль.: ЯГСХА, 1996. – С.113 -115
134. Просяников Е.В., Рыжиков В.А. Естественные пойменные луга в роли радиозэкологического барьера / Экологические проблемы сельскохозяйственного производства: (Тез. докл. Межд. конф.) / Воронеж: ВГАУ – 1994. – С.29 – 30
135. Просяников Е.В., Осмоловский В.В., Кабанов М.М. Эффективность использования цеолитосодержащего трепела Фокинского месторождения на дерново-подзолистых почвах.// «Вестник» Брянской ГСХА – 2007. – С. 30-35
136. Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. Физико-механические механизмы и моделирование / Под ред. Алексахина Р.М. – М.: Энергоиздат, 1981. – 98 с.
137. Прохоров В.М., Фрид А.С. Связь между адсорбцией и скоростью диффузии микроколичеств стронция в почве // Радиохимия. – 1966. – Т. 8. – N6. – С.695-696
138. Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. – М.: Энергоиздат, 1981. – 99с.
139. Пуриньш А. Миграция  $^{137}\text{Cs}$  в луговых почвах и механических фракциях в зависимости от их свойств. / Труды Латвийской с.-х. академии. – 1971. – Вып. 39. – С.25 – 35
140. Рассел Р.С. Радиоактивность и пища человека. Пер. с англ. – М.: Атомиздат, 1971. – 375 с.

141. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. – Л.: Гидрометеиздат, – 1965. –Т.1 – 663с.
142. Родзиллер И.Д. Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод. – М.: Стройиздат, 1984. – 263с.
143. Романенко А. А. Пути снижения поступления  $^{137}\text{Cs}$  в молоко при пастбищном содержании коров. Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Брянск, 1994. –20с.
144. Санжарова Н.И. и др. Формы нахождения в почвах и динамика накопления Cs - 137 в сельскохозяйственных культурах после аварии на Чернобыльской АЭС // Почвоведение. – 1997. – N 2. – С. 159 – 164
145. Санжарова Н.И., Фесенко С.В., Алексахин Р.М. Динамика биологической доступности Cs - 137 в системе почва - растение после аварии на Чернобыльской АЭС/ Докл. РАН. – 1994. – Т. 338. – С.564 – 568
146. Светов В.А. Проблемы Чернобыля в агропромышленном комплексе России // Химия в сел. хоз-ве. – 1996 – N1. – С. 2 – 3
147. Сельскохозяйственная радиоэкология / Под ред. Алексахина Р.М., Корнеева Н.А. – М.: Экология, 1992. – 400 с.
148. Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Миграция  $^{137}\text{Cs}$  в почвах СССР / Труды ИЭМ. – 1980. – вып. 10 (86). – С. 47 – 51
149. Системный анализ и научное знание. Отв. Ред. Д.П. Горский. – М.: Наука, 1978. – 245с.
150. Снег. Под ред. Грея и Д.Х. Мэйла. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 751с.
151. Справочник химика. М.Л.: изд. Химия, 1968.– Т.5. – 974с.
152. Титлянова А.А. Поведение цезия в почвах и слоистых минералах и накопление его в растениях. Автореф. дис. канд. биол. наук. – Свердловск: Институт биологии УрО АН СССР, 1963. – 21 с.
153. Тихомиров Ф.А., Санжарова Н.И. Практические и теоретические вопросы миграции  $^{90}\text{Sr}$  в травянистых фитоценозах / Тез. Докл. 1-й Всес. науч. конф.: "Проблемы взаимодействия общества и природы". – М.: Изд-во МГУ, 1978. – С.146-147
154. Тихомиров Ф.А., Щеглов А.И., Цветкова О.Б., Кляшторина А.Л. Геохимическая миграция радионуклидов в лесных экосистемах зоны радиоактивного загрязнения ЧАЭС.// Почвоведение. – 1990. – N10. – С.41-50
155. Тюрюканова Э.Б. Экология стронция - 90 в почвах. – М.: Атомиздат, 1976. – 128 с.
156. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения». – ФЗ от 09.01.96. – N3.
157. Фесенко С.В., Панов А.В., Алексахин Р.М. Методический подход к обоснованию защитных мероприятий в сельских населенных пунктах в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС. // Радиационная биология. – Радиоэкология. – 2001. – N4. – Т.41. – С.415-426
158. Фесенко С.В., Скотникова О.Г., Скрябин А.М., Сафронова Н.Г., Гонтаренко И.А. Моделирование долгосрочной миграции  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в непроточном водоеме // Радиационная биология. – 2004. – N4. – Т.44. – С. 466-472

159. Фирсакова С.К. Луговые биогеноценозы как критические радиоэкологические системы и принципы ведения луговодства в условиях радиоактивного загрязнения (на примере Белорусского Полесья после аварии на Чернобыльской АЭС). Автореф. дис. докт. наук. – Обнинск, 1992. – 54 с.
160. Фирсакова С.К., Гребенщикова Н.В. Поглощение  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  луговыми растениями из дернины // Докл. ВАСХНИЛ. – 1980. – №9. – С.19 -22
161. Фридман А.И., Матицкий Н.В., Фаворин Н.Н., Маттисен А.Э. Малые реки в народном хозяйстве СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1949.
162. Чернобыль. Пять трудных лет: /Сборник материалов. – М.: Изд. АТ., – 1992. – 381с.
163. Шагалова Э.Д. Сорбция микроколичеств цезия некоторыми почвами Белоруссии // Почвоведение. – 1982. – №11. – С. 26 – 33
164. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. – М.: «Наука», 1999. – 265с.
165. Юдинцева Е.В., Гулякин И.В. Агрохимия радиоактивных изотопов стронция и цезия. – М.: Атомиздат, 1968. – 472 с.
166. Яковлев Е.А. Оценка роли геологической среды в формировании радиоэкологической обстановки зоны влияния ЧАЭС / Проблемы экологического мониторинга. Мат. Рос. радиобиол. науч. - практич. конф. – Брянск, 1991. – С. 28-30

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ п/п	№ опыта	Тематика опыта
1	2	3
1.	1п	- Радиоактивность почвы в верхнем 10 см слое на осушительно-оросительной системе п. Карпиловка, к-з «им. Ромашина», Злынковского р-на, Брянской области, построенной в 1982-1983 гг. (Обследование территории от 25.09.05г).
2.	2п	- Радиоактивность почвы в верхнем 10 см слое на осушительной системе п. Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского р-на, Брянской области, построенной в 1985-1986 гг. (Обследование территории от 24.09.05г).
3.	3п	- Радиоактивность илистых отложений в верхнем 10 см слое в ложе пруда п. Карпиловка, к-з «им. Ромашина», Злынковского р-на, Брянской области, построенного в 1982 г. (Обследование 22.11.05г).
4.	4п	- Радиоактивность воды в отводящем канале на оросительно-осушительной системе п. Карпиловка, к-з «им. Ромашина», Злынковского р-на, Брянской области, построенного в 1982 - 1983 гг. (Обследование 22.11.05г).
5.	5п	- Послойная радиоактивность илистых отложений в ложе пруда, п. Карпиловка к-з «им. Ромашина», Злынковского р-на, Брянской области, построенного в 1982г. (Обследование 25.03.06г).
6.	6п	- Послойная радиоактивность почво-грунтов на осушительной системе п. Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского р-на, Брянской области, построенной в 1985-1986 гг. (Обследование 25.08.06г).
7.	7п	- Послойная радиоактивность почво-грунтов на осушительной системе п. Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского р-на, Брянской области, построенной в 1985-1986 гг. (Дополнительное обследование 20.09.06г).
8.	7п-1	- Радиоактивность рогоза осенью 2006г. Осушительная система п. Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского р-на. (Обследование 20.09.07г).
9.	7п-2	- Радиоактивность рогоза летом 2007г. Осушительная система п. Колодезский, к-з «Комсомолец», Новозыбковского р-на. (Обследование 7.06.07г).
10.	7п-3	- Радиоактивность лишайника в осенне-зимний период 2007г. в п. Кокино, Выгоничского р-на, Брянской области. (Сбор 13.12.07г).
11.	7-4 промывка золы, кюв.«Е»	- Вымыв радионуклидов цезия-137 из слоя 4,0 см золы радиоактивного рогоза при поливах дождеванием. (Проверка активности мокрой золы).

1	2	3
12.	8 кюв. «Маринели»	- Изменение показателей активности пробы радиоактивного грунта под слоем не радиоактивного грунта в измерительном контейнере на радиометре РУБ-01П6.
13.	8-1 кюв. «Маринелли»	- Изменение показателей активности одной и той же пробы радиоактивного грунта при разной уплотненности его в измерительном контейнере на радиометре РУБ-01П6.
14.	8-3 кюв. «Маринели»	- Изменение показателей активности одной и той же пробы грунта при увеличении массы навески от 50г до 1000г в измерительном контейнере на радиометре РУБ-01П6.
15.	8-4 остывание	- Изменение показателей активности пробы грунта, нагретой во время сушки на электро-калорифере, в зависимости от продолжительности остывания. (На примере опыта 14-6, после циклов 15, 16,17).
16.	8-5 остывание	- Изменение показателей активности грунта, нагретого во время сушки на электро-калорифере, в зависимости от продолжительности остывания. (На примере опыта 14-1, после циклов 12, 13,14).
17.	8-6 остывание - подогрев 40 мин.	- Изменение показателей активности при остывании сухого грунта, после непродолжительного подогрева его на электро-калорифере, до температуры 40 <sup>0</sup> С. (На примере опыта 14-6, цикла 16).
18.	8-7 кюв. «Маринели», брикет	- Изменение показателей активности пробы в виде сухого брикета.
19.	8-8 кюв. «Е»	- Изменение показателей радиометра РУБ-01П6 для пробы одного и того же грунта при измерении активности в кюветке «Маринелли» и в кюветке «Е» для навесок 500, 400, 300, 200, 100, 50гг.
20.	9 кюв. «Маринели»	- Изменение показателей активности пробы радиоактивного грунта под слоем дождевой воды в измерительном контейнере - кюв. «Маринелли».
21.	9-1 кюв. «Маринели»	- Изменение показателей активности пробы радиоактивной воды при изменении ее массы в измерительном контейнере - кюв. «Маринелли» в убывающем порядке от 1000г до 50 г.
22.	9-2 кюв. «Маринели», Закрыта	- Изменение радиоактивности воды при хранении в закрытом сосуде, без перемешивания, при комнатной температуре.

1	2	3
23.	9-4 кюв. «Маринели», открыта	- Изменение радиоактивности воды при испарении с поверхности в открытом сосуде, без перемешивания, при комнатной температуре. (Испарение в 1 этап).
24.	9-5 кюв. «Маринели», открыта	- Изменение радиоактивности воды при испарении с поверхности в открытом сосуде при подогреве до 50 <sup>0</sup> С, без перемешивания, с разбавлением дистиллированной водой. (Испарение в 3 этапа).
25.	9-6 кюв. «Маринели», открыта	- Изменение радиоактивности воды при испарении с поверхности в открытом сосуде с разбавлением дистиллированной водой, без перемешивания, при комнатной температуре. (Испарение в 3 этапа).
26.	9-7 кюв. «Маринели», осаждение	- Изменение радиоактивности воды за счет осаждения радионуклидов цезия-137 на дно и стенки сосуда. (На примере воды из опыта 9-5).
27.	10п внедрение	- Изменение радиоактивности в верхнем 10 см слое почвы на орошаемом овощном участке ОПХ «Волна революции» в п. «Глыбочко» Новозыбковского р-на, Брянской области. (Зона отселения, обследование 30.08.07. и 3.10.07.).
28.	10 Сосуд 1 Пр., открыт, дожд. вода	- Подготовка радиоактивной воды методом перемешивания радиоактивного грунта с дождевой водой и изменением активности мутной воды в зависимости от продолжительности отстоя. Слив с двух точек (т.6, т.10).
29.	10-1 Сосуд 1 Пр., открыт, дожд. вода	- То же что в опыте 10, слив с трех слоев: – без отстоя, слив черпаком через верх; - отстой 1 сут, слив из т.6. - отстой 1 сут, слив из т.10.
30.	10-2 Сосуд 1 Пр., открыт, дожд. вода	- То же что в опыте 10-1, слив с трех точек: –отстой 4 сут., слив черпаком через верх; - отстой 4 сут, слив из т.6. - отстой 4 сут, слив из т.10
31.	10-3 сосуд 1 Пр., открыт, дожд. вода	- То же что в опыте 10-2, слив с трех точек: – без отстоя, слив черпаком через верх; - отстой 10 сут, слив из т.6. - отстой 10 сут, слив из т.10
32.	11 пр. Дарси Н <sub>в</sub> = 7 см	- Вымыв радионуклидов цезия – 137 водопроводной водой на приборе Дарси из слоя 5 см супесчаного грунта, с первоначальной активностью 2303 Бк/кг.

1	2	3
33.	12 Сосуд 5 Пр., Закрит, ди- стиллир. во- да	- Осаждение радионуклидов цезия – 137 в мутной воде вместе со взвесьями, в зависимости от продолжительности отстоя воды в закрытом сосуде. (Каждый слив +200г дистиллированной воды взамен отправленной на высушивание осадка).
34.	12 -1 Сосуд 3 Пр. Закрит, дождевая вода	- Осаждение радионуклидов цезия – 137 в мутной воде вместе со взвесьями в зависимости от продолжительности отстоя воды в закрытом сосуде. (Каждый слив полная замена воды на чистую дождевую взамен воды отправленной на высушивание осадка).
35.	13 пр. Дарси Н <sub>в</sub> = 5 см	- Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 5,5 см слоя супесчаного грунта на приборе «Дарси», с первоначальной удельной активностью 11916 Бк/кг, непрерывными 4-х суточными поливными циклами. (Циклы 1÷6).
36.	13-1 пр. Дарси	- Тоже, что в опыте 13, промывка водопроводной водой + ультразвук, 4-х – суточными циклами с ретонкой. (Циклы 7. 8)
37.	13-2 пр. Дарси	Тоже, что в опыте 13, промывка водопроводной водой + аэрация, 4-х – суточными циклами с компрессором. (Циклы 9, 10, 11).
38.	13-3 пр. Дарси	- Тоже, что в опыте 13, промывка водопроводной водой + КСl, 4-х – суточными циклами с гранулированным удобрением на поверхность грунта. (Цикл 12+27,6г; цикл 13+27,6г; цикл 14+13,8г; цикл 15 –без КСl).
39.	13-4 пр. Дарси Н <sub>в</sub> = 5,5 см, замораж. 5 сут.	- Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 4,5 см слоя супесчаного грунта, прошедшего короткую 5-ти суточную заморозку в холодильнике, на приборе «Дарси» водопроводной водой, непрерывными 4-х суточными поливными циклами. (Циклы 20, 21, 22, 23).
40.	13-5 пр. Дарси Н <sub>в</sub> = 5,5 см	- Тоже, что в опыте 13-4, промывка водопроводной водой непрерывными односуточными и 0,5-суточными поливными циклами с предварительной замочкой радиоактивного грунта. (Циклы 24, 25, 26, 27, 28,29; цикл 29 с увеличенной скоростью фильтрации).
41.	13-6 пр. Дарси Н <sub>в</sub> = 30см	- Вымыв радионуклидов цезия – 137 из 3,0 см слоя супесчаного грунта водопроводной водой на приборе «Дарси» с увеличенным напором воды до 30см, непрерывными поливными циклами, с предварительной замочкой и без нее. (Короткие циклы 0,5 суток –циклы 30,31,32; длительный 23 суток –цикл 33).
42.	14 Сосуд- 2 Сосуд -3	- Испарение радионуклидов цезия -137 из влажного грунта слоем 7,7 см, непрерывными 5 сут. циклами. - при комнатной температуре; - с подогревом слоя грунта снизу до 50-65 °С. - (циклы 1÷5).

1	2	3
43.	14-1 Сосуд 2	- Испарение радионуклидов цезия -137 из влажного грунта слоем 8,1 см при комнатной температуре. (Продолжение опыта 14, цикл 6-18, испарение непрерывными циклами 5-30 суток).
44.	14-3 Кюв. «Е», торф, брикет	- Испарение радионуклидов цезия -137 с поверхности торфянистого грунта слоем 3,2 см при комнатной температуре с обогревом около электро-калорифера при температуре 24-35 °С.
45.	14-4 Кюв. «Е», Супесчаный, брикет	- Испарение радионуклидов цезия -137 с поверхности влажного супесчаного грунта слоем 3,3 см при комнатной температуре с обогревом около электро-калорифера при температуре 11-23 °С.
46.	14-5 Кюв. «Е» в холодильнике	- Сублимация – испарение радионуклидов цезия – 137 из влажного супесчаного грунта слоем 4 см при температуре (- 7÷8)°С. (Вымораживание в холодильнике).
47.	14-6 Сосуд 3, подогрев	- Испарение радионуклидов цезия -137 из влажного грунта слоем 7,6 см при подогреве с поверхности. (Продолжение опыта 14, циклы 12-17, испарение 5 суток).
48.	14-7 Сосуд 3, подогрев	- Испарение радионуклидов цезия -137 из влажного грунта слоем 8,0 см при подогреве с поверхности. (Продолжение опыта 14-6, циклы 18-25, испарение 7-16 суток, замена верхнего слоя на грунт с маленькой радиоактивностью).
49.	14-8 Сосуд -5, Без дренажа	- Перемещение радионуклидов цезия – 137 во влажном грунте слоем 9,7 см по вертикальному профилю в условиях малого испарения, без дренажа.
50.	14-9 Сосуд-4, с дренажом	- Перемещение радионуклидов цезия – 137 во влажном грунте слоем 9,7 см по вертикальному профилю в условиях малого испарения, с дренажом.
51.	14-10 Испарение, подпор.	- Испарение радионуклидов цезия -137 из влажного грунта слоем 9 см при поддержке влажности за счет подпорного горизонта воды на уровне подошвы: - испарение при комнатной температуре с поливом и без полива.
52.	14-12 Кюв. «Е», измельчен грунт	- Испарение радионуклидов цезия -137 из слоя глубиной 3см при сушке на электро-калорифере грунтов разного типа: - влажного грунта (периодическая замочка); - сухого грунта (повторяющаяся сушка)
53.	14-12(1)	- Тоже, что в опыте 14-12 для супесчаного грунта. (Грунт из опыта 14-4).
54.	14-12(2)	- Тоже, что в опыте 14-12 для торфянистого грунта. (Грунт из опыта 14-3).

1	2	3
55.	14-12(3)	- Тоже, что в опыте 14-12 для супесчаного грунта. (Грунт из опыта 25-2).
56.	14-12(4)	- Тоже, что в опыте 14-12 для супеси с бровки песчаного карьера пос. Колодезский. (Карьер около 4 сосен).
57.	14-12(5)	- Тоже, что в опыте 14-12 для среднесуглинистого грунта + 10% навоза. (Грунт из опыта 25-1).
58.	14-12(6)	Тоже, что в опыте 14-12 для легкосуглинистого грунта. (Грунт из опыта 10).
59.	14-13 (5) испарение, заморозка- оттаивание	- Испарение радионуклидов цезия -137 из 2,8 см слоя влажного среднесуглинистого грунта + навоз при периодическом замораживании и оттаивании, грунт из опыта 14-12 (5).
60.	15 п 26.03.08	Изменение радиоактивности в верхнем 10 см слое почвы на орошаемом овощном участке СПК «Решительный» в п. «Новые Бобовичи» Новозыбковского р-на, Брянской области. (Обследование 26.03.08).
61.	15п-1 эрозия 26.03.08	- Вынос цезия -137 весенними тальми водами из верхнего слоя пахотного горизонта на овощном участке СПК «Решительный» в п. «Новые Бобовичи», Новозыбковского р-на, Брянской области. (Обследование 26.03.08).
62.	16п гамма – фон, природа	- Изменение гамма-фона на разной высоте над открытой поверхностью радиоактивного грунта.
63.	16-1п гамма – фон, природа	- Изменение гамма-фона на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта прикрытого слоем не радиоактивного грунта.
64.	16-2п гамма – фон, природа	- Изменение гамма-фона над поверхностью радиоактивного грунта, погружаемого под слой дождевой воды.
65.	16-3п гамма – фон, природа	- Изменение гамма-фона на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта, прикрытого слоем снега.
66.	16-4 гамма – фон, комната	- Изменение гамма-фона на разной высоте над открытой поверхностью радиоактивного грунта. (В комнатных условиях).
67.	16-5 гамма – фон, комната	- Изменение гамма-фона на разной высоте над поверхностью радиоактивного грунта, прикрытого слоем не радиоактивного грунта. (В комнатных условиях).
68.	17п	Радиоактивность почв на поливаемых землях дачно-садоводческого товарищества Г.Т.П, основанного в 1964 году в пригороде г. Новозыбков, п. Людково. (Обследование 24.05.08г, 8.07.08).

1	2	3
69.	17 Сублимация, кюв. «Е»	- Влияние сублимации (испарение твердых тел) на изменение радиоактивности супесчаного, сухого, измельченного грунта слоем 3,0 см. (Подогрев слоя грунта – снизу).
70	17-1 Сублимация, кюв. «Е», брикет	- Влияние сублимации (испарение твердых тел) на изменение радиоактивности супесчаного слоя грунта в виде сухого брикета. (Подогрев поверхности брикета).
71.	17-2 кюв. «Е», Сублимация	- Влияние сублимации (испарение твердых тел) на изменение радиоактивности, сухого, измельченного супесчаного грунта слоем 3,2 см. (Подогрев слоя грунта – с поверхности).
72.	17-3 кюв. «Е», Сублимация	- Влияние сублимации (испарение твердых тел) на изменение радиоактивности, супесчаного измельченного грунта слоем 2,5 см: 1) Охлажденная проба; 2) Подогретая проба. (Подогрев слоя грунта снизу).
73.	18 Сосуд 25 см, с цеолитом	- Вымыв радионуклидов цезия-137 из 17,5 см слоя разнородного (3-х слойного) грунта при регулярных поливах дождеванием. (Три типа грунта, в т.ч. гранулированный цеолит диаметром 1,2 x 5 мм; Дренажные отверстия в сосуде на уровне 1 см от дна).
74.	18-1 Сосуд 25 см, без цеолита	- Вымыв радионуклидов цезия-137 из 17,5 см слоя разнородного (2-х слойного) грунта при регулярных поливах дождеванием. (Два типа грунта, без цеолита; Дренажные отверстия в сосуде на уровне 1 см от дна).
75.	18-2 Сосуд 25 см, с цеолитом, за- морозка в по- ле	- Вымыв радионуклидов цезия-137 из 17,5 см слоя разнородного (3-х слойного) грунта при регулярных поливах дождеванием, с периодической заморозкой влажного грунта. (Три типа грунта в т.ч. гранулированный цеолит диаметром 1,2 мм ÷ 2 мм; Дренажные отверстия в сосуде на уровне 1 см от дна).
76.	19 Сосуд открытый, грунт	- Изменение радиоактивности по вертикальному профилю разнородного грунта общим слоем 18,5 см под слоем стоячей воды 8-12 см.
77.	19-1 Сосуд откры- тый, грунт	- Изменение радиоактивности по вертикальному профилю однородного грунта общим слоем 18,5 см под слоем стоячей воды.

1	2	3
78.	20 Сосуд открытый, ил	- Изменение радиоактивности по вертикальному профилю илистых отложений общим слоем 18,3 см под слоем стоячей воды 8-12 см.
79.	20-1 Сосуд открытый, грунт	- Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 в толще осадка, отложившегося под слоем воды после одноразового взмучивания в открытом сосуде.
80.	20-III сосуд III р, открыт	- Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 в толще осадка, отложившегося под слоем воды после многократного взмучивания, отстоя и слива мутной воды в открытом сосуде. (На примере опыта – 10)
81.	20-IV сосуд 4 <sub>2р</sub> , закрыт	- Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 в толще осадка, отложившегося под слоем воды после многократного взмучивания и отстоя в закрытом сосуде. (На примере взмучивания илистых отложений).
82.	20-V Рыхление, сухой грунт	- Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 по вертикальному профилю легкосуглинистого грунта слоем 13,5 см при механическом рыхлении на всю глубину. (Грунт из опыта 10п).
83.	20-VI Рыхление, сухой грунт	Послойное перераспределение радионуклидов цезия-137 по вертикальному профилю супесчаного грунта слоем 7,5 см при механическом рыхлении на всю глубину. (Грунт из опыта 17п).
84.	21 Цеолит h = 4 см	- Изменение активности слоя 4 см гранулированного цеолита d=2-5 мм при фильтрации через него радиоактивной воды слоем 0,7-0,8 см.
85.	21-1 Смесь цеолит – 150 гр щебень – 100гр	- Изменение активности слоя из смеси цеолита d=2÷5 мм (150 гр) и щебня d = 2 ÷ 5 мм (100 гр), при фильтрации радиоактивной воды. Слой воды 0,7 ÷ 0,8 см; 4 ÷ 10см.
86.	21-3 Смесь -220г Щебень – 150г	Изменение активности смеси (цеолит – щебень) – 220г d=2-5 мм и чистого щебня -150 г d=5-7 мм чередующимися кольцами в кюв. «Е» слоем 3,5 см при пропуске радиоактивной воды слоем 5 см.
87.	21-4 Смесь цеолит – 100 г щебень – 200г	Изменение активности смеси цеолита d=2÷5 мм (100 г) и щебня $5 \leq d \leq 7$ (200г) в кюв. «Е» слоем 3,5 см при пропуске радиоактивной и чистой воды слоем 5-10 см, выпаривание.

1	2	3
88.	21-5 Смесь цеолит–100гр щебень–250гр	- Изменение активности смеси цеолита $5 \leq d \leq 7$ (100г) и щебня $d=5 \div 7$ мм (250г) слоем 3,5 см при пропуске радиоактивной и чистой воды слоем 3-5 см.
89.	21-6 Очищение цеолитовых кассет	- Самоочищение цеолитовых кассет от накопившихся радионуклидов цезия – 137 (кассета из смеси цеолит – 150г, $d = 2 \div 5$ мм; щебень – 100 г, $d = 1 - 5$ мм).
90.	21-7 Очищение рад. стоячей воды	- Очищение стоячей радиоактивной воды с помощью цеолитовых кассет (кассета из смеси: цеолит -100г, $d = 5 \div 7$ мм; щебня – 250г, $d = 5 \div 7$ мм).
91.	21-8 Цеолит из опыта 18-2	- Промывка цеолита слоем 2,5 см от накопившихся радионуклидов цезия -137. (Цеолит $d=1,2 \div 2$ мм из опыта 18-2).
92.	22 Сосуд 27,5 см, заморозка	- Вымыв радионуклидов цезия-137 из 19,5 см слоя однородного грунта при регулярных поливах дождеванием, с периодической заморозкой влажного грунта. (Дренажные отверстия в дне сосуда).
93.	23п Сосуд 27,5 см в поле	- Вымыв радионуклидов цезия-137 из 20,5 см слоя однородного грунта в поле при естественном увлажнении и периодических заморозках по сезонам года.
94.	25 В кюв. «Е»	- Вымыв радионуклидов цезия-137 из суглинистого грунта слоем $h=3$ см при поливах дождеванием. (Проверка активности мокрого грунта).
95.	25-1 В кюв. «Е»	- Вымыв радионуклидов цезия-137 из суглинистого грунта + 10% навоза слоем 3,8 см при поливах дождеванием. (Проверка активности мокрого грунта).
96.	25-2 В кюв. «Е»	- Вымыв радионуклидов цезия-137 из супесчаного грунта слоем 3 см при поливах дождеванием. (Проверка активности мокрого грунта).
97.	28п	- Радиоактивность сточных вод в весенний период с очистных сооружений г Новозыбков, Брянской области. (Обследование 5.04.07).
98.	28п-1	- Радиоактивность сточных вод в летний период с очистных сооружений г. Новозыбков, Брянской области. (Обследование 30.08.07.).
99.	29 пр. Дарси, заморозка	- Вымыв радионуклидов цезия-137 водопроводной водой на приборе Дарси из слоя 5,5 см супесчаного грунта с первоначальной удельной активностью 8621 Бк/кг, прошедшего один длительный период заморозки.

1	2	3
100	32	- Транспирация растениями и вынос цезия-137.
101	33 пр. Дарси, короткие циклы	- Вымыв цезия-137 водопроводной водой на приборе Дарси из слоя 5,5 см супесчаного грунта с первоначальной удельной активностью 13565 Бк/кг, непрерывными 9-ти часовыми циклами. (Грунт из опыта 32).
102.	34 пр. Дарси, капельное орошение	- Вымыв цезия-137 из слоя 5,0 см супесчаного грунта с первоначальной удельной активностью 12381 Бк/кг на приборе «Дарси» с помощью капельного орошения. (Грунт из опыта 33).
103	35 пр. Дарси, капельное орошение	- Вымыв цезия-137 из слоя 7,5 см легкосуглинистого грунта со средней первоначальной удельной активностью 4646 Бк/кг на приборе «Дарси» с помощью капельного орошения. (Грунт из опыта 15п).
104	36 термофорез	- Вынос цезия -137 от нагретой поверхности почвенного слоя вместе с частицами аэрозолей за счет естественного восхождения потока теплого воздуха.
105	36-1 термофорез	- Вынос цезия -137 из почвенного слоя в результате термофореза в условиях дополнительной воздушной тяги.
106	37 калий $K^{40}$	- Радиоактивность калия $K^{40}$ (в удобрении KCl).
107	38 радиолиз	- Влияние радиоактивного излучения на изменение кислотности стоячей воды над слоем радиоактивного грунта. (Радиолиз воды в сосудах с открытой и закрытой поверхностью).
108	39 Реабилитация водоемов	- Закрепление илистой поверхности ложа существующих прудов с помощью скрепляющих – цементирующих материалов.

