

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

**Сборник материалов
Международной научно-практической конференции
(24-25 апреля 2017 г.)**



**БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ
2017**

УДК 574 (06)
ББК 20.1
А 43

Актуальные проблемы экологии: сборник материалов международной научно-практической конференции (24-25 апреля 2017 г.). – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. – 61 с.

В сборнике отражены исследования, проводимые учеными Брянского ГАУ и других вузов РФ, Белоруссии и Республики Молдова. Материалы рассчитаны на студентов, научных и инженерно-технических работников, занимающихся проблемами экологии.

Редакционный совет:

Байдакова Е.В. – зав. кафедрой природообустройства и водопользования;

Василенков В.Ф. – д.т.н., профессор кафедры природообустройства и водопользования;

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии института Энергетики и природопользования протокол № 7 от 27 марта 2017 года.

© Брянский ГАУ, 2017
© Коллектив авторов, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Аксёнов Я.А., Василенков В.Ф.	4
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ИСПАРЕНИЕ	
2. Аксёнов Я.А., Василенков В.Ф.	6
ИЗУЧЕНИЕ ИСПАРЕНИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ НАСЫЩЕНИЯ ПОЧВЫ ВЛАГОЙ	
3. Байдакова Е.В., Кровопускова В.Н.	12
УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РАДИОНУКЛИДАМИ ЧЕРЕЗ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС	
4. Василенков В.Ф., Василенков С.В.	16
ВЫДЕЛЕНИЕ ^{137}Cs В АТМОСФЕРУ С ТРАНСПИРАЦИЕЙ РАСТЕНИЙ	
5. Василенков В.Ф., Василенков С.В.	20
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВЛАГИ В ПОЧВЕ ПРИ ПРОМЫВКЕ ЦЕЗИЕМ	
6. Волков Р. В., Василенков В.Ф.	27
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПОЛИВНЫХ НОРМ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МЕЖПОЛИВНОГО ПЕРИОДА	
7. Дунаев А.И., магистр Кожедуб Г.С.	34
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФА НА ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНИКАХ	
8. Ивченко Л.В.	39
ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	
9. Кровопускова В.Н., Байдакова Е.В.	42
ПРАВОВОЙ РЕЖИМ ВОДООХРАННЫХ ЗОН	
10. Кровопускова В.Н., Байдакова Е.В.	47
ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА ФОТОСИНТЕЗ	
11. Комяжко А. Н., Василенков В.Ф.	50
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПОЛИВНЫХ НОРМ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МЕЖПОЛИВНОГО ПЕРИОДА	
12. Поздняков А. А.	57
ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УГОДИЯ	

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ НА ИСПАРЕНИЕ**

The study of the influence of different mineral fertilizers on evaporation

Аксёнов Я.А., Василенков В.Ф.

Yakow32@yandex.ru

Aksyonov J.A., Wasilenkow W.F.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
243345 Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а
Bryansk State Agrarian University

Реферат. Влияние внесения минеральных удобрений на испарение в настоящий момент изучено слабо. Увеличивает ли внесение удобрений испарения с поверхности почвы или уменьшает? Этот вопрос неясно раскрыт в литературных источниках и представляет определённый научный интерес. В данной статье рассмотрены результаты опытов по исследованию испарений с поверхности при внесении минеральных удобрений.

Summary. *The influence of mineral fertilizers on evaporation is currently not well understood. Does fertilizing evaporation from the soil surface or decreasing? This question is unclear disclosed in the literature and is of particular scientific interest. This article describes the results of experiments on study of evaporation from surface with mineral fertilizers.*

Ключевые слова: испарения, транспирация, удобрения, дождевание.

Key words: *evaporation, transpiration, fertilizer, irrigation.*

Как известно, процесс испарения влаги с поверхности почвы всегда характеризуется несколькими составляющими – такими, как температура и влажность воздуха, механический состав почвы, влажность воздуха, время суток и т.д. О влиянии вышеперечисленных факторов на процесс испарения влаги известно достаточно много, но существует также один фактор, который недостаточно освещён, в том числе и в литературных источниках – внесение минеральных удобрений. Как именно они влияют на испарение влаги с поверхности почвы?

С целью прояснить данный вопрос в лабораториях Брянского ГАУ был произведён ряд опытов по выявлению влияния внесения минеральных удобрений на испарение с поверхности почвы.

В четыре почвенных колонки в соответствии с ГОСТ 33043-2014 – «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Вымывание из почвенных колонок» была заложена суглинистая почва с различными по толщине слоями – 5, 10, 15 и 20 см. Перед началом испарений все колонки были насыщены до отметки ППВ. Далее проводился ежедневный полив водой, не содержащей удобрений, методом капельного орошения с установленной интенсивностью дождя 7 мм/сут. Также каждый день

производился контроль веса испытуемых образцов почвы. Все измерения фиксировались и заносились в журнал экспериментов. По окончании периода внесения в сосуды чистой воды, в каждую почвенную колонку были внесены удобрения в виде хлористого калия в растворённом виде, то есть, калий вносился в почву вместе с поливной водой. Внесение удобрений происходило в течение трёх дней, далее полив производился водой, не содержащей удобрений.

Далее экспериментальные данные были проанализированы, по всем колонкам были вычислены средние арифметические значения испарений в сутки, как при поливах чистой водой, так и при поливах водой, содержащей удобрения.

В почвенной колонке со слоем почвы 5 см среднее испарение без внесения удобрений составило 14 гр/сут, при внесении хлористого калия – 16 гр/сут. Налицо небольшая разница между значениями, но её можно объяснить погрешностью опытов и измерительных приборов. В почвенной колонке со слоем почвы 10 см среднее испарение без внесения удобрений составило 14,13 гр/сут, при внесении хлористого калия – 12,8 гр/сут. В почвенной колонке со слоем почвы 15 см среднее испарение без внесения удобрений составило 14,2 гр/сут, при внесении хлористого калия – 17,16 гр/сут. В почвенной колонке со слоем почвы 20 см среднее испарение без внесения удобрений составило 26,7 гр/сут, при внесении хлористого калия – 28,5 гр/сут.

На основании этих данных можно сделать вывод о том, что в суглинистой почве при внесении удобрений испарения изменяются незначительно, в пределах погрешности опытов и измерительных приборов.

Аналогичные опыты по выявлению влияния удобрений на испарение были проведены и над супесчаной почвой. В такие же почвенные колонки была заложена почва с такими же по толщине слоями. После насыщения колонок до уровня ППВ производился ежедневный полив методом капельного орошения с установленной интенсивностью дождя 7 мм/сут с ежедневным контролем изменения веса. [2] После проведения серии подобных испытаний в почву были внесены удобрения в виде аммиачной селитры. Удобрение в виде порошка равномерно рассыпалось по поверхности почвы и сверху подавалась вода в установленном количестве. В последующие дни поливы проводились чистой водой. Далее в почву были внесены удобрения в виде извести, растворённой в воде. Затем также проводился полив чистой водой. После завершения испытаний также были подсчитаны средние значения испарений с поверхности почвы как при внесении чистой воды, так и после внесения удобрений. [3,4] Результаты подсчётов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Средние значения испарений

Слой почвы, см	Средние значения испарений без внесения удобрений, гр.	Средние значения испарений при внесении аммиачной селитры, гр.	Средние значения испарений при внесении извести, гр.
5	17,65	11,62	5,25
10	14,99	13,98	10,17
15	18,86	14,76	9,55
20	26,22	22,28	24,3

Выводы

Полученные данные свидетельствуют о том, что внесение удобрений в супесчаную почву значительно снижает испарение влаги, в особенности это заметно при внесении извести в растворённом виде вместе с поливной водой. В этих случаях испарение снижалось достаточно резко, в отличие от испарений при сухом внесении аммиачной селитры, за исключением сосуда со слоем почвы толщиной 10 см, где изменения оказались незначительны.

Литература

1. Багров М.Н., Кружилин И.П. Сельскохозяйственная мелиорация. М.: Агропромиздат, 1985. 272 с.
2. Система капельного орошения на землях Брянского ГАУ / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Е.В. Байдакова, Я.А. Аксёнов // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 4. С. 16-24.
3. Василенков В.Ф., Мельникова Е.А. Влияние аэрации на испарение продуктивной влаги // Проблемы природообустройства и экологической безопасности: материалы научно-практической конференции. Брянск, 1997. С. 19-20.
4. Василенков В.Ф. Моделирование процесса испарения продуктивной влаги: сб. трудов. СПб: Санкт-Петербургский аграрный университет, 1998. С. 70-73.
5. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. М.: Агропромиздат, 1989. 336 с.
6. Голубев В.Д. Применение удобрений на орошаемых землях. М.: Агропромиздат, 1970. 224 с.
7. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.: МГУ, 2003. 448 с.
8. Шуравилин А.В., Кибек А.И. Мелиорация. М.: ЭКСМОС, 2006. 944 с.

УДК 631.432.21

ИЗУЧЕНИЕ ИСПАРЕНИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ НАСЫЩЕНИЯ ПОЧВЫ ВЛАГОЙ

*The study of fumes in the laboratory under different levels
of saturation of soil moisture*

Аксёнов Я.А., Василенков В.Ф.

Yakow32@yandex.ru

Aksyonov J.A., Wasilenkow W.F.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
243345 Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а
Bryansk State Agrarian University

Реферат. Процесс испарения влаги является важнейшим фактором в развитии растений. Так как рост растений зависит от баланса между поглощением и транспирацией влаги, то регулирование испарения с помощью поливов играет важную роль в получении высоких урожаев. В данной статье рассмотрены экс-

периментальные исследования испарений при разных уровнях насыщения почвы влагой в различных по толщине слоях почвы.

Summary. The evaporation process of moisture is the most important factor in plant development. Since plant growth depends on the balance between absorption and transpiration of moisture, it controls evaporation by irrigation plays an important role in obtaining high yields. This article describes an experimental study of evaporation at different levels of saturation of soil moisture in different thickness layers of the soil.

Ключевые слова: испарения, транспирация, влагоёмкость, орошение, дождевание.

Key words: evaporation, transpiration, moisture content, irrigation, sprinkling.

Введение. Вода является наиболее важным, распространённым и подвижным элементом на нашей планете и её поступление в растение представляется важнейшим двигателем его роста и развития. Важнейший из процессов – испарение влаги по праву считается одним из определяющих факторов в получении высоких показателей по урожайности.

Известно, что при насыщении почвы до максимального уровня полное наполнение влагой почвенного слоя невозможно. Но, как известно, и снижение уровня влаги до влажности разрыва капилляров, при которой не остаётся систем пор, пронизанных влагой насквозь, очень неблагоприятно для роста и развития растений [4].

Следовательно, поддержание оптимального уровня влагозапасов в почве является главной задачей при проектировании режима орошения сельскохозяйственных культур. Прогнозирование уровня испарений почвенной влаги позволяет корректировать процесс орошения каждой конкретной культуры, достигая этим высокие показатели урожайности.

Объект и методы исследования. Объектом исследования является процесс испарения почвенной влаги. Конечной точкой проведённых экспериментов являлось выявление величин испарения из серой лесной суглинистой почвы при неодинаковом предварительном насыщении водой исследуемых образцов в почвенных колонках. Для исследований была использована методика капельного орошения поверхности почвы с установленной интенсивностью дождевания. Эксперименты проходили в лабораториях Брянского ГАУ. В несколько сосудов цилиндрической формы была помещена почва, при этом в каждом из них закладывались различные по высоте заполнения слои почвы – 5, 10, 15, 20 см. Диаметр используемых ёмкостей цилиндрической формы – почвенных колонок, составлял 9,5 см.

Орошение почвенных колонок проводилось ежедневно, с использованием методики капельного орошения с установленной интенсивностью дождя 7 мм/сут. [1] После завершения серии поливов колонки стояли на испарении в течение суток, далее проводилось измерение веса почвенных колонок, а также замеры количества фильтрата, полученного с них. Изменение веса почвенных колонок определялось в граммах при помощи электронных весов не менее, чем в шестикратной повторности.

В период исследований почвенные колонки хранились в одном месте со средней температурой воздуха $+30^{\circ}\text{C}$, которая измерялась ежедневно, одновременно с измерениями веса почвенных колонок.

Результаты и их обсуждение. По результатам экспериментов были построены графики изменения испарений с почвенных колонок с нарастающим итогом. [2] Анализ данных графиков позволил рассчитать скоростной коэффициент $\mu_1 H_B$, дающий возможность оценить скорость испарения влаги из почвы при неодинаковых режимах орошения, а также такие параметры, как Z_{∞} , Z_0 , Ψ_M , определяемые графически и используемые при расчёте скоростного коэффициента $\mu_1 H_B$.

Определение коэффициента $\mu_1 H_B$ с помощью математической модели производилось по формуле:

$$\mu_1 H_B = -\frac{\ln(1 - \Psi_M)}{\Delta t}, \text{ 1/сут}$$

где Δt – временной интервал, используемый при расчётах.

Ψ_M – параметр, определяемый графически, на основе данных о начальном недостатке влаги до ППВ, характеризующем свободную ёмкость почвы Z_0 .

Начальный влагозапас рассчитывается, исходя из данных о величине испарения в конце суток «а». В начале расчёта Ψ_M первоначальный недостаток влаги до ППВ Z_0 принимался подбором.

$$\Psi_M = \frac{(a + Z_0) - Z_0}{a + Z_0}$$

При расчёте Ψ_M недостаток Z_0 подбирался таким образом, чтобы при графическом изображении зависимость $\Psi_M = f(Z)$ представляла собой прямую линию:

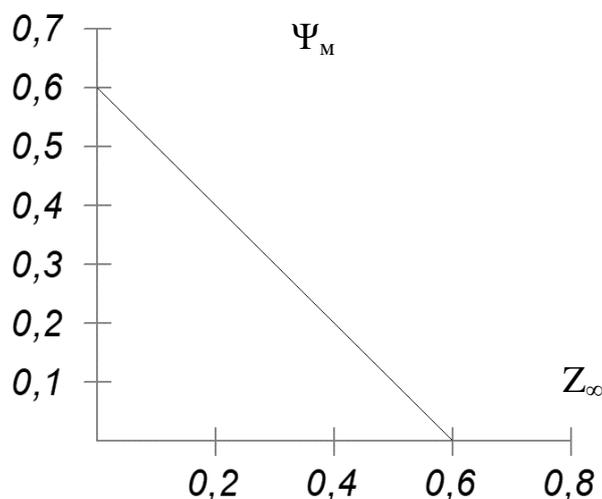


Рисунок 1 – Зависимость $\Psi_M = f(Z)$

Из графика на оси ординат находим отрезок, численно равный Ψ_m , а на оси абсцисс - Z_∞ - то есть количество влаги, испарившееся из сосуда за бесконечный период времени, или количество влаги, которое должно покинуть слой почвы для достижения им влажности разрыва капилляров.

Расчётные теоретические точки, изображённые на рисунках 2 – 4, получали по формуле, подставляя уже известные параметры:

$$Z = \frac{Z_\infty}{1 + \frac{Z_\infty - Z_0}{Z_0} e^{-\mu_1 H_B t}}$$

Например, скоростной коэффициент испарения для слоя почвы толщиной 15 см, исследования проводились при средней температуре воздуха $+20^\circ\text{C}$ и предварительном насыщении почвы до уровня ППВ:

$$\mu_1 H_B = -\frac{\ln(1 - 0,375)}{1,5} = 0,313 \text{ 1/сут}$$

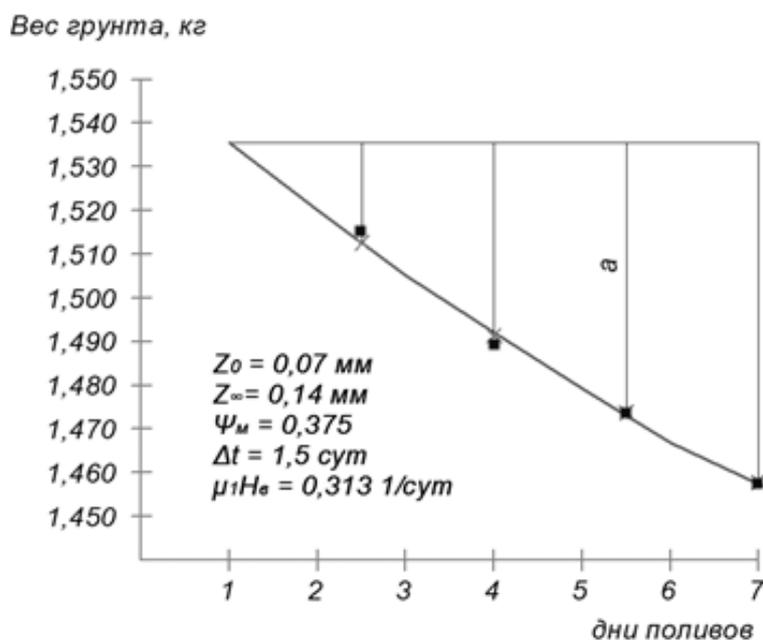


Рисунок 2 – Испарение при предварительном насыщении почвы до ППВ, при средней температуре воздуха $+20^\circ\text{C}$

× Теоретические точки
■ Экспериментальные точки

Скоростной коэффициент испарения для слоя почвы толщиной 15 см, эксперименты проводились при средней температуре воздуха $+30^\circ\text{C}$ и предварительном насыщении почвы до уровня ППВ:

$$\mu_1 H_B = -\frac{\ln(1 - 0,38)}{1,5} = 0,318 \text{ 1/сут}$$

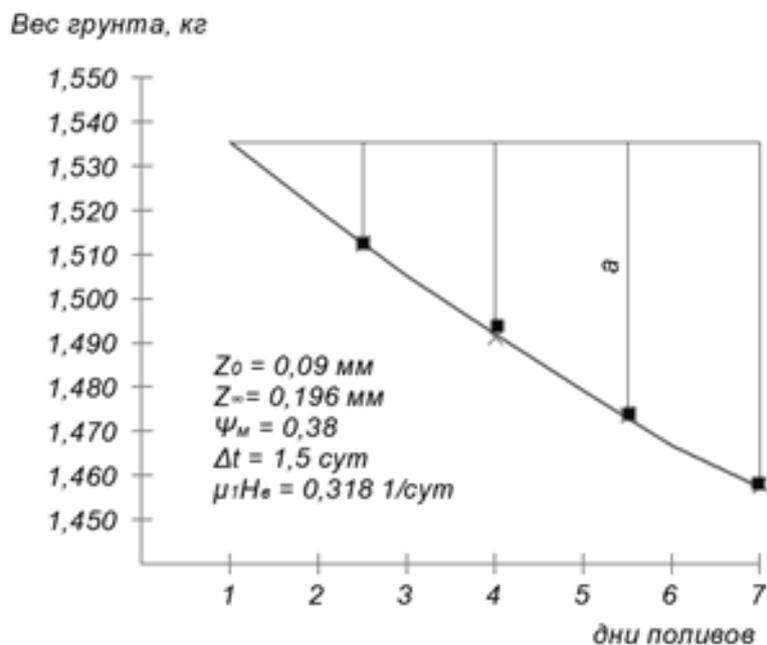


Рисунок 3 – Испарение при предварительном насыщении почвы до ППВ, при средней температуре воздуха +20°С

В первой группе поливов было выполнено насыщение почвенных колонок до уровня ППВ. Обработанные данные экспериментов говорят о том, что у разных по толщине слоёв почвы скоростные коэффициенты испарений $\mu_1 H_B$ показывали очень высокую сходимость, то есть, отличались друг от друга не более, чем на 0,001 1/сут. Это может означать идентичную скорость испарения у разных по толщине слоёв почвы.

Во второй группе поливов уровень влагосодержания в почве не доводился до отметки ППВ, затем почвенные колонки ставились на испарение с ежедневным контролем веса. Целью данных опытов было сравнение интенсивности испарения с почвенных колонок при различных уровнях влагосодержания. [3]

Например, скоростной коэффициент испарения для слоя почвы толщиной 15 см, эксперименты проводились при средней температуре воздуха +30°С, уровень влагосодержания не доводился до отметки ППВ:

$$\mu_1 H_B = -\frac{\ln(1 - 0,37)}{1,5} = 0,31 \text{ 1/сут}$$

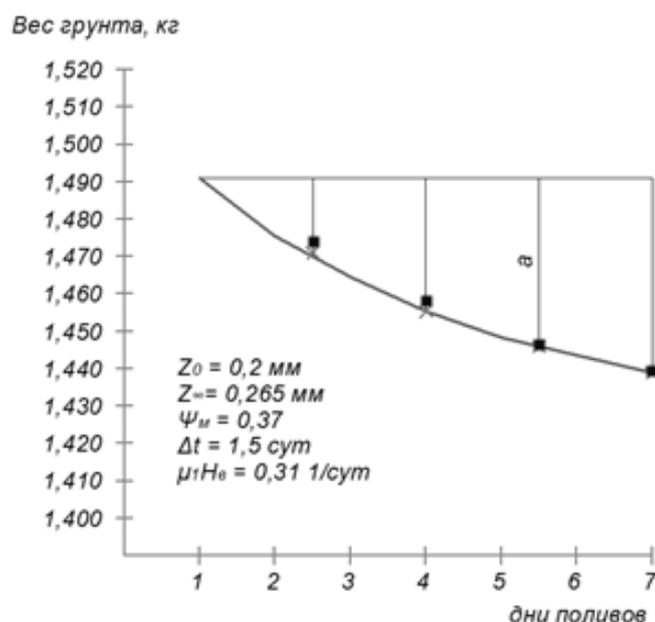


Рисунок 4 – Испарение при предварительном насыщении почвы до ППВ, при средней температуре воздуха +20°С

Выводы. Установлено, что при разной температуре окружающего воздуха в одинаковых по толщине слоях почвы испарения идут с одинаковой интенсивностью, что можно использовать при прогнозировании уровня влагозапасов в почве.

Разные уровни заполнения почвенных пор влагой не влияют на интенсивность испарения, что также можно использовать при проектировании режима орошения.

Небольшие отличия скоростных коэффициентов испарения можно объяснить погрешность измерительных приборов.

Литература

1. Система капельного орошения на землях Брянского ГАУ / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков, В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Е.В. Байдакова, Я.А. Аксёнов // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 4. С. 16-24.
2. Экологическая и экономическая оптимизация эксплуатационного режима орошения современными дождевальными машинами / В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Ю.А. Мажайский, О.Н. Демина, Е.А. Мельникова // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 85-92.
3. Василенков В.Ф., Демина О.Н., Мельникова Е.А. Разработка модели влагопереноса с целью планирования водопользования при орошении дождевальными установками // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 1. С. 3-9.
4. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.: МГУ, 2003. 448 с.
5. Константинов А.Р. Испарение в природе. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1968. 529 с.

6. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. 664 с.

7. Судницын И.И. Закономерности передвижения почвенной влаги. М.: Наука, 1964. 138 с.

8. Судницын И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений. М.: Изд-во Московского университета, 1979. 255 с.

9. Шуравилин А.В., Кибек А.И. Мелиорация. М.: ЭКСМОС, 2006. 944 с.

УДК 539:504

**УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РАДИОНУКЛИДАМИ ЧЕРЕЗ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

*The level of environmental pollution
radionuclides 30 years after the chernobyl accident*

Байдакова Е.В., к.т.н., доцент, **Кровопускова В.Н.**, ст. преподаватель
Baydakova E. V., Krovopuskova V. N.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Брянск, Россия 243345 Брянская область
Bryansk State Agrarian University

Реферат: Выполнены полевые исследования распределения цезия по форме, профилю, почвам и другим условиям формирования стока по водосборным площадям. Рассмотрены математические модели изменения концентрации радионуклидов по длине водосбора на неосушенных и осушенных землях.

Summary. Field experiments have been accordingly conducted to study Cs_{137} spreading over the form profiles soils and other factors with regard to run off channels of water intake areas.

Math's equations have been worked out delineating radionuclide concentration change measured alongside water intake channel on drained or untrained areas.

За 30 лет, прошедших после аварии на ЧАЭС, на загрязненных территориях произошли существенные изменения в перераспределении радионуклидов, обусловленные типом почв, расположением по рельефу, особенностями стока воды, характером сельскохозяйственного использования и др.

На возвышенных водораздельных территориях происходит замедленный сток и впитывание атмосферных осадков, вместе с которыми вымываются радионуклиды вглубь почвы и переносятся вниз по рельефу. Сельскохозяйственное производство на таких территориях ускоряет вынос и рассеивание загрязнений.

На склоновых землях скорость привноса и выноса (обмена) радионуклидов более высокая, чем на водоразделах. Уровни радиации на склонах отличаются широким диапазоном значений. Распашка земель на склонах может привести к

значительному выносу радионуклидов с продуктами водной эрозии. Загрязнения склонов часто поступают сразу в водные объекты- пруды, озера, реки.

На пойменных землях, на аккумулятивных террасах, низинных болотах, замкнутых понижениях процессы привноса радионуклидов преобладают над их выносом и уровни активности здесь часто оказываются выше, чем на прилегающих землях. В сельскохозяйственном производстве пойменные луга интенсивно используются для сенокосов и выпаса животных.

В отдаленный период после аварии проявляются следующие особенности природного процесса самоочищения почв, изменения уровней загрязнения и подходов к назначению реабилитационных мероприятий:

1) Водная миграция радионуклидов на отдельных участках замедлилась и стабилизировалась;

2) Дозы облучения, воздействия ионизирующих излучений на живые организмы снизились;

3) Эффективность агротехнических и агрономических приемов, как защитных мер, снизилась;

4) Расчеты экономической эффективности мероприятий по предотвращению и снижению доз облучения населения базируются на расчетах стоимости снижения единицы коллективной дозы, выраженной в человеко – Зивертах на рубль.

Отличительной чертой отдаленного периода после аварии на ЧАЭС является сокращение финансовых вложений в сельское хозяйство в целом и, в частности, в мелиорацию. В первые пять лет после аварии на всех орошаемых землях производились поливы и, как показали полевые исследования кафедры «Природообустройства и водопользования» Брянской сельскохозяйственной академии, уровни радиации на поливаемых землях по сравнению с рядом расположенных неполивных землях оказались значительно ниже.

В настоящее время поливы продолжают осуществляться только на некоторых дачных и приусадебных участках. Из-за высокой стоимости минеральных удобрений жители на своих участках применяют в качестве удобрения только навоз со своих подворий, отличающийся высоким уровнем содержания радионуклидов.

По сравнению с городским населением, сельские жители получают повышенные дозы внутреннего облучения.

Выполненные кафедрой природообустройства и водопользования полевые обследования радиационно загрязненных районов Брянской области в 2000-2008 гг выявили следующие особенности радиационной характеристики территории.

В легких по гранулометрическому составу и торфяных почвах миграционная способность радионуклидов существенно выше, чем в тяжелых почвах. Этот факт проявляется в наших полевых исследованиях повсеместно и подтверждается в исследованиях других ученых.

Распределение концентрации радионуклидов по профилю склонов вдоль линии тока воды отражают характерную картину: высокое содержание радионуклидов на повышенных участках профиля, снижение концентрации вниз по

склону и накопление радионуклидов в замкнутых понижениях. Даже незначительное изменение уклона поверхности земли отражается на поверхностном стоке радионуклидов и на концентрации их в почвенном слое. Например, в одном из створов смена выпуклого профиля на вогнутый привела к росту концентрации с $523 \frac{Бк}{кг}$ до $3805 \frac{Бк}{кг}$, в другом створе – с $499 \frac{Бк}{кг}$ до $729 \frac{Бк}{кг}$. Иногда концентрация радионуклидов на водоразделе оказывается ниже, чем на прилегающем склоне, что свидетельствует о высокой вертикальной миграции радионуклидов на водоразделе.

Интенсивность стока радионуклидов по склону изменяется в широких пределах. Так, на одном и том же полигоне на 40 м створа концентрация изменилась с 990 до $160 \frac{Бк}{кг}$, в другом створе, на 80 м – с 1242 до $648 \frac{Бк}{кг}$, в третьем створе с 1242 до $534 \frac{Бк}{кг}$ на 40 м. Максимальная удельная активность почв, зафиксированная в 2008г, составляла 15000 Бк/кг, γ -излучение - 200 мкР/ч.

Осушительные каналы ускоряют вынос цезия из почвы и в створах, направленных перпендикулярно осушительному каналу, отражается снижение концентрации радионуклидов к каналу. Но, если приканальная дамба задерживает поверхностный сток, образуя замкнутые понижения с болотной растительностью, то наоборот, цезий накапливается.

На распашиваемых территориях без осушительной сети, после каждой распашки земель весной радиация несколько возрастает, после весеннего снеготаяния - снижается. Колебания радионуклидов на склонах выражены слабее. Максимальная амплитуда колебаний $200-500 \frac{Бк}{кг}$, отмечается высокая впитывающая способность почв на водораздельных участках и, как следствие, интенсивная вертикальная миграция радионуклидов.

На территориях, осушенных выборочной сетью дренажа, колонками-поглотителями в замкнутых понижениях, с выполненной организацией поверхностного стока путем срезки бугров и засыпки понижений, проявляется четко выраженное падение концентрации радионуклидов над дренами и колонками поглотителями. Изменение уклона в сторону уменьшения на профиле сопровождается отложением радионуклидов.

Исследованы радионуклиды в донных илах осушительных каналов, прудах, реках. Наибольшая концентрация зафиксирована в нагорно-ловчем канале в Новозыбковском р-не – $2811,3 \frac{Бк}{кг}$ и отстойнике на главном магистральном канале у выхода с территории осушительной системы – $2050 \frac{Бк}{кг}$. Аналогичный отстойник на осушительной системе в Красногорском районе также отличается высокой концентрацией загрязнения – $2761 \frac{Бк}{кг}$. Ил в этих отстойниках представлен торфяными частицами. Торфяные иловые отложения р. Полонка, находящиеся в подвижном состоянии поверх чистого песчаного ложа реки показали

$2624 \frac{\text{Бк}}{\text{кг}}$. В крупных реках Беседь, Ипуть отмечена невысокая концентрация радионуклидов в илах: $355, 100 \frac{\text{Бк}}{\text{кг}}$.

В осушительных каналах, находящихся в рабочем состоянии, пусть даже только весной отводящих талые воды, наблюдаются пониженные концентрации радионуклидов в илах: 175; 130; 185; 52,7; 259,5; 201,5; $124,8 \frac{\text{Бк}}{\text{кг}}$.

В д. Карпиловка Злынковского р-на отмечена удельная активность ила на дне спущенного пруда - до 6000 Бк/кг в верхних слоях ила и 200 Бк/кг в нижних. Толщина ила 10-80 см, на водосборе пруда радиационный фон не превышает $60 \frac{\text{мкР}}{\text{ч}}$, удельная активность почв водосбора – 800-1500 Бк/кг.

В целом, не выявлена четкая зависимость между высокой плотностью загрязнения водосборных площадей и высокой активностью ила. Исключения представляют нагорно-ловчие каналы, улавливающие смытые в результате водной эрозии частицы почвы.

Приведены данные о содержании радионуклидов в водных объектах. Дренажный сток, зафиксированный в смотровых колодцах, отличается пониженным содержанием радионуклидов – 0,83; $2,5 \frac{\text{Бк}}{\text{кг}}$, т.е. в пределах допустимых уровней для питьевой воды – $11 \frac{\text{Бк}}{\text{л}}$. Колодцы питьевого водоснабжения также показали невысокую радиацию: или в пределах нормы или слегка превышающую ее. Максимальное значение зафиксировано в Новозыбковском р-не, н.п. Колодезский – $21,3 \frac{\text{Бк}}{\text{л}}$. Радиационный фон на водосборной площади данного колодца составляет 150 мкР/ч.

Литература

1. Байдакова Е.В., Байдаков Е.М. Цеолиты как средство очистки воды от радионуклидов // Вестник Брянской ГСХА. 2011. № 1. (2011). С. 62-67.
2. Василенков В.Ф., Байдакова Е.В. Математическая модель передвижения радионуклидов в почве // Проблемы природообустройства и экологической безопасности: материалы XVI межвузовской научно-практической конференции. 2003. С. 55-57.
3. Байдакова Е.В. Моделирование процесса распределения Цезия-137 по территории // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2008. № 4. С. 128-133.
4. Василенков В.Ф., Василенков С.В. Удаление радиации в загрязненных цезием населенных пунктах / под общ. ред. Л.М. Маркарянц // Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК: VIII Международная научно-техническая конференция. 2014. С. 66-77.
5. Устройство для определения уровня прозрачности воды: пат. 152969 / Кровопускова В.Н., Василенков В.Ф., Василенков С.В. 26.11.2014.

ВЫДЕЛЕНИЕ¹³⁷Cs В АТМОСФЕРУ С ТРАНСПИРАЦИЕЙ РАСТЕНИЙ
The allocation of ¹³⁷Cs into the atmosphere by transpiration of plants

Василенков В.Ф., Василенков С.В.
Vasilenko V. F., Vasilenko S. V.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
Брянск, Россия 243345 Брянская область
Bryansk State Agrarian University

Реферат: Выполнены полевые исследования распределения радионуклидов по форме, профилю, почвам и другим условиям формирования стока по водосборным площадям. Рассмотрена математическая модель, которая составляется в виде уравнения баланса влаги в дифференциальной форме для сечения вертикальной колонны почвы, совпадающего с поверхностью земли.

Summary. *Performed a field study of the distribution of radionuclides in shape, profile, soils, and other conditions of runoff formation in the catchment areas. A mathematical model is considered, which is made in the form of a moisture balance equation in the differential form for the cross-section of a vertical column of soil coinciding with the earth's surface.*

Процесс выхода мигрирующих химических элементов из системы «почва - растения – атмосфера», несмотря на свою значимость, изучен слабо.

В работе /1/ назван ряд зарубежных и отечественных ученых, занимавшихся этой проблемой.

Имеющиеся данные из научной литературы свидетельствуют, что незначительные количества химических элементов в нелетучих и летучих формах способны испаряться вместе с водой.

Изучение этой проблемы особенно актуально для радиоактивно загрязненных районов, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС.

Наиболее распространенный радионуклид в западных районах Брянской области ¹³⁷Cs может существовать в почвенных растворах в летучих и нелетучих формах. Содержание радионуклидов в почвах ничтожно мало. Масса ¹³⁷Cs, соответствующая скорости распада в 1 Ки, равна 11,5 мг. Вынос мизерного количества радионуклида по массе в процессе испарения может существенно отразиться на общем уровне концентрации радиоактивных веществ в почве. Основные концентрации ¹³⁷Cs сосредоточены в верхнем 0-10 см слое почвы, если почва не распахивалась. Влага этого слоя наиболее подвержена испарению в летний период.

Лабораторные эксперименты проведены по исследованию влаги, испарившейся с поверхности почвы и транспирировавшей через устьица растений. Радиоактивная почва для опыта взята в зоне отселения Новозыбковского района Брянской области с целинного луга из верхнего 10 см слоя. Высушенную,

измельченную, просеянную через сито 1 мм почву вместе с растительными корневыми остатками проверили на удельную радиоактивность и поместили в пластмассовый ящик площадью 1504 см² с бортами высотой 6,5 см. Масса сухой почвы - 3736 г, толщина слоя - 3 см. Посеяли 36,8 г смеси семян тимopheевки и ежи сборной. Почву и растения периодически поливали дистиллированной и дождевой водой. Для сбора конденсата от транспирации растений и испарения с поверхности почвы над растениями устанавливали полиэтиленовый пленочный шатер в форме четырехугольной пирамиды. По наклонным граням пирамиды конденсат сбегал в лоток, устроенный по периметру ящика и далее в водосборный сосуд. Оставшиеся на стенках пирамиды капли конденсата собирались стерильным марлевым тампоном и отжимались в сосуд. Мокрые марлевые тампоны высушивали при температуре 50⁰С, помещали в сосуд Маринелли и определяли удельную радиоактивность конденсатов.

Такой метод обусловлен незначительной концентрацией цезия в конденсатах.

Результаты измерения расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Вынос цезия эвапотранспирационным потоком

№ сбора конденсата	Полив, г.	Вес конденсата, г.	T ⁰ , воз-духа	Продолжительность отрастания травы, сут.	Продолжительность сбора конденсата, дни	Радиоактивность конденсата, Бк	Радиоактивность конденсата нарастающим итогом по периодам в Бк	Радиоактивность конденсата нарастающим итогом в Бк
I								
1	1500	6,9	23-25	4	0	0,85	0,85	0,85
2	-	10,5	25	6	5	0,81	1,66	1,66
3,4,5	1500	81	25	14	6	1,86	3,52	3,52
II								
6	-	21,3	33-37	16	1	0,99	0,99	4,51
7	-	63,3	33-35	18	1	0,62	1,61	5,13
8	1500	85,1	32	21	2	1,39	3	6,52
9	До-жди	72,8	20-28	24	1	1,09	4,09	7,61
10	-	70	20-23	29	1	2,31	6,4	9,92
11	-	161,7	18-25	31	1	5,82	12,22	15,74
12	-	126	17-25	32	2	8,01	20,22	23,75
13	-	129	17-25	33	1	2,0	22,22	25,75
14	-	139,6	26	34	1	0,99	23,21	26,74
15	1500	76,9	26,5	46	2	1,52	24,73	28,26

Примечания:

- 1) После 5 сбора мини парник вынесли в поле.
- 2) После 14 сбора траву срезали, оставив отаву высотой 2 см.

3) Лишняя вода после поливов и дождей стекала через дырочки в днище.

Сбор конденсата начали, когда трава выросла до 12 см. Максимальная высота травостоя 21 см. Срезанная после 14 сбора конденсата трава весила в сырой массе 36 г, что составляет урожайность 23,9 ц/га.

Как видно из таблицы, за период сбора конденсата 24 дня с участка луга площадью 1504 см² транспирировало и испарилось с водой 28,26 Бк цезия или с площади 1 м² – 187,8 Бк.

Радиоактивность срезанной травы составила 20,1 Бк.

Удельная активность почвы до опыта - 14098 Бк/кг, активность всей массы почвы - 54482 Бк, после опыта удельная активность составила 13648 Бк/кг, активность - 50998 Бк. Разница 3493 Бк обусловлена прежде всего интенсивными поливами и выносом цезия с дренажной водой. Небольшой вклад внесла эвапотранспирация за 24 дня, когда собирался и учитывался конденсат и за 22 дня, когда учет не производился. Совсем небольшой вынос 20,1 Бк получился с урожаем травы.

В научной литературе процесс переноса влаги в системе «почва-растения-атмосфера» рекомендуется рассматривать на той же основе, что и перенос влаги в почве (см. например, В. Лархер /2/). С единых позиций будем подходить и к построению кинетической модели переноса цезия в процессе эвапотранспирации.

Модель составляется в виде уравнения баланса влаги в дифференциальной форме для сечения вертикальной колонны почвы, совпадающего с поверхностью земли. Методика построения таких моделей изложена в ряде публикаций (см. например /3/).

Напишем уравнение, используя закон Дарси, приняв постоянными коэффициенты влагопроводности и содержания влаги в почве при наименьшей влагоемкости, а всасывающее давление менисков пропорциональным количеству испарившейся влаги Z:

$$\frac{dZ}{dt} = \eta_1 \cdot (H_B - Z) \cdot Z - \eta_2 \cdot Z^2, \quad (1)$$

где Z- количество влаги, ушедшей из почвенной толщи на испарение с поверхности почвы и транспирацию растениями;

H_B – запасы влаги в почве при наименьшей влагоемкости;

η₁ – комплексный параметр, характеризующий скорость капиллярного подъема влаги при испарении;

η₂ – константа замедления скорости капиллярного подъема под влиянием ограниченного доступа воздуха в почвенную толщу.

Примем, что содержание цезия в конденсате «С» пропорционально произведению удельной активности на количество конденсата.

$$\frac{dC}{dt} = \mu_1 \cdot (W_e - C) \cdot C - \mu_2 \cdot C^2, \quad (2)$$

Введя понятие равновесного содержания цезия в конденсате C_∞ при $\frac{dC}{dt} = 0$, получим

$$\frac{dC}{dt} = \frac{\mu_1 W_e}{C_\infty} (C_\infty - C) \cdot C \quad (3)$$

После интегрирования:

$$C = \frac{C_\infty}{1 + \frac{C_\infty - C_0}{C_0} e^{-\mu_1 W_e \cdot t}}, \quad (4)$$

где C_0 – радиоактивность конденсата в начальный момент процесса эвапотранспирационного переноса при $t = 0$.

Результаты расчета по формуле (4) приведены на графике рис.1, расчетные точки обозначены крестиками, полученные в эксперименте – ромбиками.

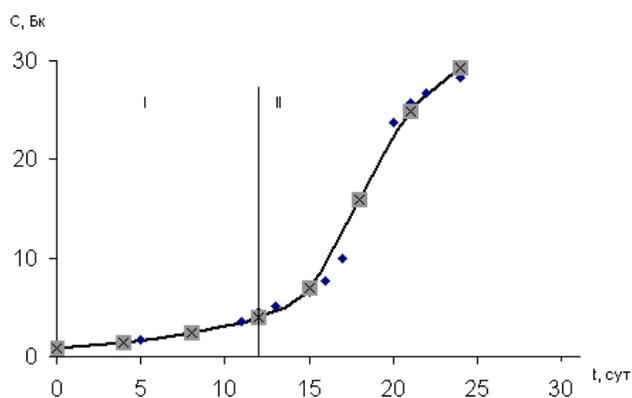


Рис. 1. Кинетическая кривая выноса цезия - 137 с эвапотранспирационным потоком влаги

Весь период сбора конденсата 25 сут разбит на две части - I. II. Первая, продолжительностью 12 суток соответствует комнатным условиям выращивания растений и рассчитана с параметрами $C_0 = 0,85$ Бк, $C_\infty = 14$ Бк, $\mu_1 W_e = 0,149$ 1 /сут. Далее растения выращивались в полевых условиях, конденсат собирался также 12 суток, расчетные параметры $C_0 = 1$ Бк, $C_\infty = 28$ Бк, $\mu_1 W_e = 0,505$ 1 /сут. Как видно на рис.1, в полевых условиях эвапотранспирация и вынос цезия протекают существенно интенсивнее. Скоростные коэффициенты 0,149 1 /сут и 0,505 1 /сут различаются более чем в 3 раза. Кинетическая кривая выноса цезия имеет S-образную форму. По такой же S-образной зависимости происходит нарастание биомассы во времени при выращивании растений.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования средств оросительных мелиораций для целей очищения радиоактивно-загрязненных почв в процессе испарения поливных вод, о необходимости учета снижения радиоактивности за счет эвапотранспирации в балансовых расчетах.

Литература

1. Байдакова Е.В., Байдаков Е.М. Цеолиты как средство очистки воды от радионуклидов // Вестник Брянской ГСХА. 2011. № 1. С. 62-67.
2. Василенков В.Ф., Байдакова Е.В. Математическая модель передвижения радионуклидов в почве // Проблемы природообустройства и экологической безопасности: материалы XVI межвузовской научно-практической конференции. 2003. С. 55-57.
3. Байдакова Е.В. Моделирование процесса распределения Цезия-137 по территории // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2008. № 4. С. 128-133.
4. Байдакова Е.В. Методика экспериментальных исследований распределение радионуклидов по территории // Проблемы энергетики, природопользования, экологии: материалы международной научно-технической конференции. 2008. С. 3-6.
5. Байдакова Е.В., Байдаков Е.М. Использование цеолитов для очистки воды от радионуклидов // Агроконсультант. 2011. № 1. С. 29-35.
6. Устройство для определения уровня прозрачности воды: пат. 152969 / Кривопускова В.Н., Василенков В.Ф., Василенков С.В. 26.11.2014.
7. Мельчаков Ю.Л., Суриков В.Т. Сравнительная оценка интенсивности эвапотранспирационного массоэлементопереноса в таежных ландшафтах северного и среднего Урала // Экология. 2006. № 1. С.74-76.
8. Василенков В.Ф., Мельникова Е.А. Математическая модель испарения почвенной влаги // Проблемы природообустройства и экологической безопасности: материалы XI межвузовской научно-практической конференции. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 1998. С. 28-31.

УДК 546.36:631.432.21

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВЛАГИ В ПОЧВЕ ПРИ ПРОМЫВКЕ ЦЕЗИЕМ

Features of movement of moisture in the soil when washing with cesium

Василенков В.Ф., Василенков С.В.

Vasilenko V. F., Vasilenko S. V.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Брянск, Россия 243345 Брянская область

Bryansk State Agrarian University

Реферат: Проводились опыты по промывке на приборе Дарси с почвами, отобранными на территории н.п. Колодезский (зона отселения после аварии) Новозыбковского района Брянской области. Выяснили оптимальный режим промывки цезия.

Summary. Experiments were conducted on washing the instrument Darcy with soils taken in the settlement Kolodinsky (alienation zone after accident) Novozybkov district of the Bryansk region. Found the optimal mode of washing cesium.

Выпавшие после Чернобыльской аварии радиоактивные элементы находятся в почве в виде водорастворимых соединений, в сорбированном состоянии, из которого они могут десорбироваться в почвенный раствор по механизму ионного обмена, в необратимо сорбированном виде, переходящим при определенных условиях в обратимые, и прочно стабильные фракции, при обычных природных условиях не переходящие в подвижное состояние.

Основная стадия процесса растворения, десорбции ионов происходит в слое связанной воды на границе контакта с почвенными коллоидами /1/. Связанная вода является барьером для перехода ионов из твердой фазы в свободную воду и их подвижность на границе раздела фаз зависит от средней плотности почвенного раствора. Плотность связанной воды достигает 1,2-1,8 г/см³, вязкость 0,8 ПЗ, диэлектрическая постоянная 2-3 /2/. Нужно создавать гидравлический режим фильтрации, разрушающий структурированный слой связанной воды, заменяя медленную диффузию молекул в слое связанной воды, быстрым беспорядочным движением частиц воды в фильтрационном потоке.

Наши опыты по промывке проводились на приборе Дарси с почвами, отобранными на территории н.п. Колодезский (зона отселения после аварии) Новозыбковского района Брянской области. Почва дерново-подзолистая, песчаная, пылеватая, наиболее распространенная в районах радиоактивного загрязнения Брянской области. Начальное содержание цезия-137 в образцах почвы от 2300 до 11300 Бк/кг. 95% радионуклида до настоящего времени не выходит за пределы 5-7 см верхнего слоя почвы, поэтому промываемые слои почвы в прибор Дарси укладывались по 3; 4; 4,5; 5; 5,5 см. Почву высушивали, измельчали, просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм, определяли плотность в насыпанном виде и также, без уплотнения насыпали в прибор Дарси.

Вымыв осуществлялся по циклам одинаковой продолжительности 4-5 суток с перерывами для высушивания почвы и определения ее удельной активности. На поверхности почвы автоматически поддерживался постоянный слой воды 5 см.

Количество циклов промывки в разных опытах изменялся от 4 до 23. В течении каждого цикла ежедневно измерялся расход фильтрующейся воды объемным способом, падение напора по пьезометрам, подсчитывались скорость фильтрации и градиент напора.

Опыты показали, что от цикла к циклу уменьшается скорость фильтрации, растет градиент напора, увеличивается плотность почвы в конце цикла, т.е. уменьшается пористость. Причем плотность верхних слоев почвы становится больше, чем нижних.

Подаваемая сверху в прибор водопродовная вода, содержащая коллоидный гидрат окиси железа Fe(OH)₃, фильтруясь, оставляет, в основном, в верхнем слое железо. Тонкие пылеватые и глинистые частицы отрываются при высоких скоростях фильтрации от стенок пор и капилляров почвы, транспорти-

руются вниз, снижают пористость почвы. При высушивании содержащиеся в почвенном растворе соли остаются в почве. Кроме того, изначально сухая насыпная почва уплотняется под воздействием воды, разбухания коллоидов, закрытия пор и капилляров, распада почвенных агрегатов.

Для выяснения характера движения фильтрационного потока использовалось аналитическое выражение Прони:

$$J = Av + Bv^2 \quad (1)$$

Если представить экспериментальные данные в виде зависимости J/v от v , то, в случае ламинарного режима движения на графике с координатами J/v - ордината, v - абсцисса, получится прямая линия, параллельная оси абсцисс, а в случае турбулентного режима – наклонная прямая, выходящая из начала координат.

Однако, все графики по каждому циклу оказались вогнутыми кривыми аналогичные рис.1, если наносить на график средние за цикл значения скорости фильтрации и градиента напора.

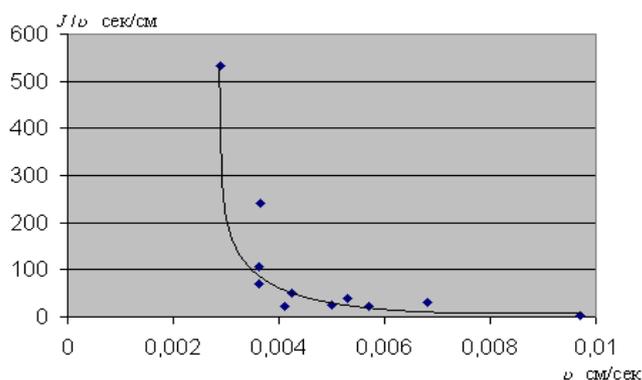


Рис. 1. Зависимость $\frac{J}{v} = f(v)$ для первого дня каждого цикла промывки цезия.

Экспериментальные точки первого дня каждого цикла также образуют вогнутую кривую, но опытные точки по последнему дню цикла группируются возле прямых линий во всех опытах. Прямая линия отсекает отрезки и на ординате, и на абсциссе. Пример приведен на рис. 2.

При ламинарном и турбулентном течении потери напора по длине в трубах крупного сечения определяются по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h_\lambda = \lambda \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

λ - коэффициент сопротивления по длине (гидравлического трения).

Для ламинарного режима $\lambda = \frac{64\nu}{dv} = \frac{64}{Re}$

ν - кинематический коэффициент вязкости,

Re - число Рейнольдса

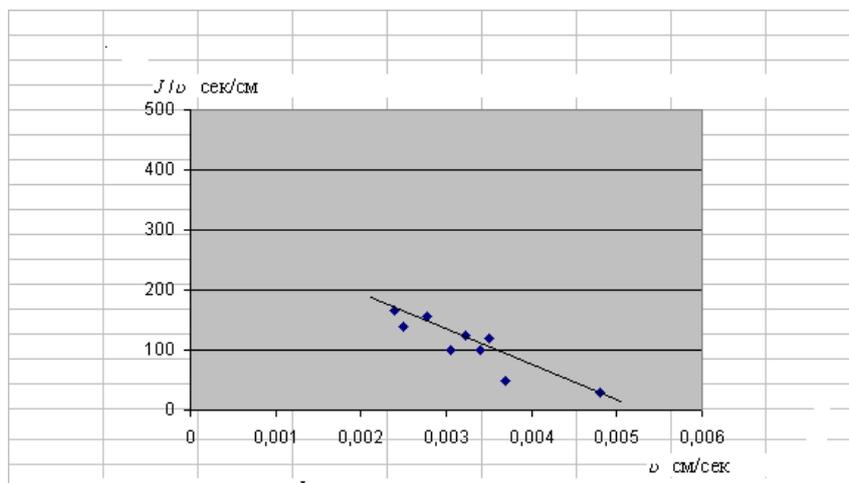


Рис. 2. Зависимость $\frac{J}{\nu} = f(\nu)$ для последнего дня каждого цикла промывки цезия.

Коэффициент λ при турбулентном режиме движения жидкости находится по многочисленным эмперическим и полуэмперическим формулам, в общем случае отражающим зависимость λ от числа Рейнольдса и шероховатости стенок труб или других русел.

Используем для дальнейших рассуждений формулу Эргуна Н., характеризующего коэффициент трения в поровом канале /2/

$$\lambda_{кан} = \frac{133}{Re_{кан}} + 2,34 \quad (4)$$

где $Re_{кан}$ - число Рейнольдса

Для порового канала:

$$Re_{кан} = \frac{V_{кан} \cdot d_{кан}}{\nu}$$

Действительная скорость движения воды в почвенных капиллярах $v_{кан}$ равна:

$$v_{кан} = \frac{V}{n}$$

n - пористость в долях единицы.

Предлагалось использовать понятие действующей или активной пористости, т.е. общей пористости, без объема связанной воды, но нам представляется, что в данных исследованиях нужно использовать общую пористость.

V - фиктивная, гипотетическая или кажущаяся скорость движения жидкости – такую скорость имела бы вода, если бы поперечное сечение потока было свободно от почвенных частиц.

Диаметр почвенных капилляров можно выразить через диаметр частиц почвы и пористость.

Черкасов А.А /3/ предложил формулу для высоты капиллярного поднятия:

$$h_k = 0,45 \cdot \frac{1-n}{n} \cdot \frac{1}{d_{10}}$$

По закону Жюрена высота поднятия воды в капилляре обратно пропорциональна диаметру капилляра:

$$h_k = \frac{0,3}{d_{kan}}$$

Находим диаметр капилляра:

$$d_{kan} = \frac{2}{3} d_{10} \frac{n}{1-n}$$

d_{10} - эффективный или средний диаметр частиц почвы, равный диаметру отверстий сита, через которое просеивается 10 % от пробы почвы по весу, а 90% остается на сите.

$$\text{Тогда } Re_{kan} = \frac{v}{n} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{d_3 \cdot n}{(1-n) \cdot v} = \frac{2}{3} \cdot \frac{Re}{1-n}$$

$$\text{где } Re = \frac{v \cdot d_3}{\nu}$$

d_3 - диаметр зерен грунта.

Подставим найденные выражения в формулу Эргуна:

$$\lambda_{kan} = \frac{133 \cdot 3(1-n)}{2Re} + 2.34 \quad (5)$$

Учитывая (5) уравнение Дарси -Вейсбаха преобразуется:

$$\begin{aligned} h_\lambda &= \frac{133 \cdot 3(1-n)}{2} \cdot \frac{\lambda \cdot v_{kan}^2}{d \cdot 2g} + \frac{2.34 \cdot \lambda \cdot v_{kan}^2}{d_{kan} \cdot 2g} = \\ &= \frac{199,5 \cdot (1-n) \cdot v \cdot \lambda \cdot v^2 (1-n) 3}{v \cdot d_3 \cdot n^2 \cdot 2 \cdot d_3 \cdot n \cdot 2g} + \frac{2.34 \cdot \lambda \cdot v^2 \cdot (1-n) \cdot 3}{2 \cdot d_3 \cdot n \cdot n^2 \cdot 2g} \end{aligned}$$

После преобразований получаем:

$$J = \frac{150(1-n)^2 \cdot v}{n^3 \cdot d_3^2 \cdot g} \cdot v + \frac{1.755(1-n)}{n^3 \cdot d_3 \cdot g} \cdot v^2 \quad (6)$$

Получили уравнение, схожее по структуре с двучленным уравнением Прони:

$J = Av + Bv^2$, которое используется для анализа характера ламинарного или турбулентного движения жидкости.

Из выражения (6) следует, что первое слагаемое определяет линейную зависимость градиента напора от скорости движения воды, т.е. ламинарный характер движения

Второе слагаемое характеризует квадратичный, турбулентный режим.

Ламинарный режим, как видно из формулы, зависит от пористости почвы, диаметра зерен, кинематической вязкости воды. Если эти величины меняются в процессе фильтрации, то зависимость отношения градиента напора к скорости фильтрации от v не будет линейной, отсекающей на оси ординат коэффициент фильтрации, что мы и наблюдаем на фактическом материале по промывке цезия из почв.

$$J = \frac{150(1-n)^2 \cdot v}{n^3 \cdot d_3^2 \cdot g} \cdot v \quad (7)$$

Соответственно, из формулы турбулентного закона движения жидкости:

$$J = \frac{1.755(1-n)}{d_3 \cdot g \cdot n^3} \cdot v^2 \quad (8)$$

следует, что если пористость и диаметр зерен почвенных частиц также будут меняться в процессе фильтрации, то зависимость отношения градиента напора к скорости фильтрационного потока от величины этой скорости не будет линейно возрастать с ростом скорости.

Подобные зависимости выводили Козени и Павловский Н.Н.

Павловский Н.Н. установил величину критической скорости фильтрации, за пределами которой формула Дарси уже не применима.

По Н.Н. Павловскому:

$$v_{кр} = \frac{1}{6,58} (0,75p + 0,23) \frac{v \cdot N}{d}, \text{ см/сек}$$

где p - коэффициент пористости, представляющий собой отношение объема пор ко всему объему пористого тела;

v - коэффициент кинематической вязкости в $\text{см}^2/\text{сек}$;

d - диаметр зерна грунта в см;

N - постоянное число, аналогичное критическому числу Рейнольдса и равное примерно 30-60.

Козени с довольно высокой корреляцией установил прямо пропорциональную зависимость от пористости в виде $\frac{p^3}{(1-p)^2}$, где p - пористость.

В соответствии с уравнениями (8) и (7) построены графики рис. 3 и 4.

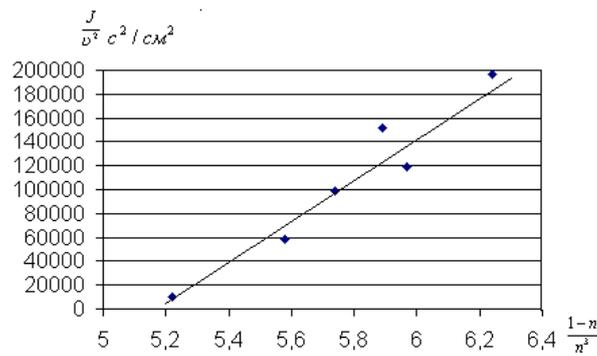


Рис. 3. Зависимость $\frac{J}{v^2} = f\left(\frac{1-n}{n^3}\right)$ для первого дня каждого цикла промывки цезия.

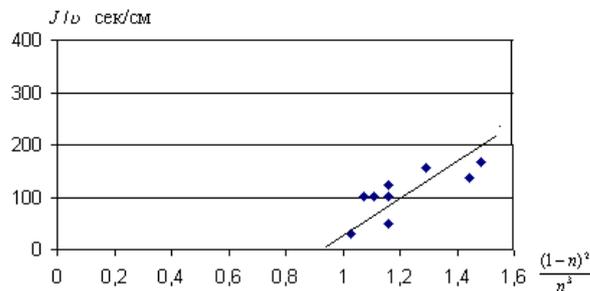


Рис. 4. Зависимость $\frac{J}{v} = f\left(\frac{(1-n)^2}{n^3}\right)$ для последнего дня каждого цикла промывки цезия.

Как видно из графика (рис. 3), режим течения фильтрующего потока в первый день промывки каждого цикла соответствует турбулентному. Выше отмечалось, что в прибор Дарси укладывалась высушенная разрыхленная почва. В процессе промывки почва уплотнялась и к концу цикла (на 2,3,4 или 5 день) режим фильтрации становился ламинарным (рис. 4). Соответственно, эффективность вымыва цезия в первые циклы промывки наблюдалась высокой и затем постепенно снижалась во времени от цикла к циклу.

Таким образом, оптимальный режим промывки цезия должен заключаться в частых, кратковременных, интенсивных поливах с перерывами на просушивание почвы и на ее рыхление.

Литература

1. Байдакова Е.В. Цеолиты как средство очистки воды от радионуклидов / Е.В. Байдакова, Е.М. Байдаков // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. №1. (2011). С. 62-67.
2. Василенков В.Ф., Байдакова Е.В. Математическая модель передвижения радионуклидов в почве // Проблемы природообустройства и экологической безопасности: материалы XVI межвузовской научно-практической конференции. 2003. С. 55-57.
3. Байдакова Е.В. Моделирование процесса распределения Цезия-137 по территории // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2008. № 4. С. 128-133.

4. Байдакова Е.В. Методика экспериментальных исследований распределение радионуклидов по территории // Проблемы энергетики, природопользования, экологии: материалы международной научно-технической конференции. 2008. С. 3-6.

5. Байдакова Е.В., Байдаков Е.М. Использование цеолитов для очистки воды от радионуклидов // Агроконсультант. 2011. № 1. С. 29-35.

6. Маркелов С.В., Малухин Н.Г., Лобанов П.Д. Ресурсосбережение и экология в процессах инженерной геотехнологии при освоении урановых месторождений. М.: ВИНТИ, НиТАООС, 2003. № 6. С. 3-95.

7. Черкасов А.А. Мелиорация и сельскохозяйственное водоснабжение. М., Сельхозиздат, 1958. 376 с.

УДК 631.674

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПОЛИВНЫХ НОРМ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МЕЖПОЛИВНОГО ПЕРИОДА

*Determination of the optimal irrigation norms
and duration of irrigation interval period*

Волков Роман Викторович

Volkov P.V.

E-mail: wolchok.mr@gmail.com

*магистр 1 курса, кафедра энергетики и природопользования, г. Брянск
master of 1 course, Department of energy and environmental management, Bryansk*

Василенков Валерий Фёдорович

Wasilenkow W.F.

*научный руководитель, доктор технических наук, доцент БГАУ, г. Брянск
scientific Director, doctor of technical Sciences, associate Professor, Bransk*

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Брянск, Россия 243345 Брянская область

Bryansk State Agrarian University

Реферат: Проводились опыты и выяснялось количество и качество испарения жидкости из почвы различной плотности её верхнего (0-5см) слоя. Строились и анализировались кривые испарения. Подбиралась дождевальная машина, которая за наиболее короткий срок обеспечивает подачу нужного количества воды.

Summary: *Experiments were carried out and the quantity and quality of evaporation of liquid from the soil of different density of its top (0-5cm) layer was found out. Evaporation curves were constructed and analyzed. Selected irrigation system, which for the most short period of time, ensures supply of the necessary quantity of water.*

В естественных условиях строение каждого слоя обычно неоднородно. Наиболее динамична плотность верхнего слоя, которая поддается воздействию поверхностной обработки почвы: боронование, культивирование, перепахивание. В опытах выяснилось количество и качество испарения жидкости из почвы различной плотности её верхнего (0-5см) слоя. Создавались поливы почвы $H=30\text{см}$, $d=14,5\text{ см}$, $V= 4980\text{ см}^3$, $S_{\text{исп}}=165\text{ см}^2$, плотность нижнего слоя почвы мощностью 24 см во всех сосудах была одинаковой $1,2\text{ г/см}^3$, плотность верхнего слоя 0,5 см изменялась по вариантам от 0,9 до 1,6 с интервалом $0,1\text{ г/см}^3$. Почва чернозём оподзоленный тяжелосуглинистый. Образец просеивается через сито с отверстиями 5 мм, увлажнёнными до 20% от массы и засыпаны в сосуды, послойно уплотнены в нижней части через каждые 5 см, в верхней через 1см. Поверхность каждого слоя рыхлая, но в набитых сосудах увлажнена до капиллярной влажности. Вода поступила снизу и высушивалась в естественном и частично в лабораторных условиях взвешивая через каждые сутки. При высушении почва уменьшилась в объёме и отставала от стенок сосуда. Чтобы уменьшить влияние этих пустот на ходе испарения, верхний слой почвы толщиной 1 см рыхлят и им же засыпают пустоты. Сравнительно быстрое испарение наблюдается в первые 3 дня, а затем его величина резко уменьшается из-за просыхания верхнего слоя почвы. В первом случае это очевидно зависело от более интенсивных диффузных процессов в более рыхло почвы, а во втором в большей подвижности воды в капиллярах. Если почва очень уплотнена $1,5-1,6\text{ г/см}^3$, то испарение меньше т.к. здесь мало свободных пор и диффузионные водные потоки затруднены. Уменьшение и подвижность воды в капиллярах при большей плотности резко уменьшается объём капилляров, пор и их величин.

По своим экспериментальным данным строим кривую динамики испарения влаги с поверхности почвы.

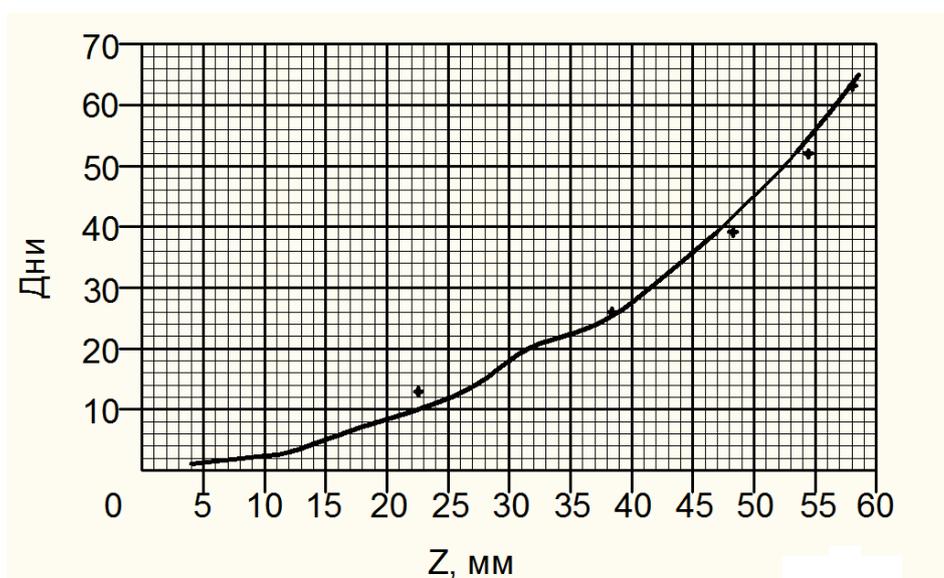


Рис. 1. Динамика испарения влаги с поверхности почвы
 + - теоретические точки;
 ---- - экспериментальная кривая

Общий временной промежуток делим на несколько равных отрезков, которые наносим на график динамики испарения вертикальными прямыми линиями. В данном случае общий временной промежуток равный 65 дням делим на пять равных частей по 13 дней. Далее проводим нулевую прямую для испарения. От неё на всех 13-ти кратным промежутков измеряем расстояние от этой нулевой до экспериментальной кривой испарения. Эти значения для 13, 26, 39, 52 и 65 дней соответственно равны 24,5; 37,5; 47; 53,4; 57,6 мм. Эти значения мы будем использовать для определения параметра прямой (ϕ). Параметр ϕ находим по формуле:

$$\phi = \frac{Z_{t+\Delta t} - Z_t}{Z_{t+\Delta t}} \quad (1)$$

где, $Z_{t+\Delta t}$ – величина характеризующая стабилизацию испарения мм,
 Z_t – исходная величина испарения влаги мм.

На основе подбора величин испарения должна получиться в идеале прямая. В нашем случае такого не происходит, поэтому расчёт производим другим способом. Этот способ заключается в том, чтобы изменить нормы испарения, что в итоге приведёт к сглаживанию кривой испарения (теоретической кривой). Для этого используем формулу для расчёта теоретической кривой:

$$Z = \frac{Z_{\infty}}{1 + \frac{Z_{\infty} - Z_0}{Z_0} \cdot e^{-\mu_1 \cdot H_B \cdot t}} \quad (2)$$

где, Z_{∞} – величина характерная стабилизации испарения мм.
 Z_0 – исходная величина испарения влаги мм.

Параметр $\mu_1 \cdot H_B$ находим по формуле:

$$\mu_1 \cdot H_B = -\frac{\ln(1 - \psi)}{T} \quad (3)$$

где, T – значение промежутка времени равная 13 дням,
 ψ – величина, в которой кинетическая прямая пересекает ординату.

Для начала рассчитаем параметр $\mu_1 \cdot H_B$, который равен:

$$\mu_1 \cdot H_B = -\frac{\ln(1 - 0,43)}{13} = 0,04324$$

Далее для каждого временного промежутка, в нашем случае кратное 13-ти, рассчитываем норму испарения:

На основе результатов строим теоретическую кривую испарения.

Измеряем расстояние от нулевой отметки до пересечения вертикальных прямых времени с кривой. Далее на основе полученных результатов для новой кривой рассчитываем параметра прямой (ϕ) по формуле (1).

$$\phi_1 = \frac{224,50 - 200,00}{224,50} = 0,1091$$

$$\phi_2 = \frac{237,50 - 224,50}{237,50} = 0,0547$$

$$\phi_3 = \frac{246 - 237,50}{246} = 0,0346$$

$$\phi_4 = \frac{253,40 - 246}{253,40} = 0,0292$$

$$\phi_5 = \frac{257,60 - 253,40}{257,60} = 0,0163$$

На основе этих результатов строим кинетическую прямую интенсивности испарения, которая должна получиться в виде прямой линии, что означает равномерность испарения влаги.

При плотности почвы равной $1,12 \text{ г/см}^3$ нашли величину характеризующую стабилизацию испарения, которая равно 255 мм. Далее находим для каждого значения m - n поливную норму по формуле:

$$M_{\text{пол}} = Z_{\text{к}} - Z_{\text{н}} \quad (4)$$

где, $Z_{\text{н}}$ – начальная величина испарения и находится:

$$Z_{\text{н}} = nZ_{\infty} (\text{мм}) \quad (5)$$

$Z_{\text{к}}$ – конечная величина испарения и находится:

$$Z_{\text{к}} = mZ_{\infty} (\text{мм}) \quad (6)$$

Далее находим время полива по формуле:

$$t = \frac{t\mu_1 H_B}{\mu_1 H_B} \quad (7)$$

где, $t\mu_1 H_B$ находится по формуле:

$$t\mu_1 H_B = \frac{m-n}{y} \quad (8)$$

далее находим y по следующей формуле:

$$y = \frac{m-n}{\frac{\ln(m(n-1))}{n(m-1)}} \quad (9)$$

Расчёт чистого времени полива, означает, что в этом расчёте не учитывается время на остановки поливной машины. Чистое время полива рассчитываем по формуле:

$$t = \frac{m}{\delta} \quad (10)$$

где m – поливная норма, мм

δ – коэффициент использования сменного времени

Расчёт производим для всех по поливным нормам за первые пять дней машин.

Помимо расчёта времени чистого полива, рассчитываем число позиций по формуле:

$$П = \frac{F}{f} \quad (11)$$

где F – общая площадь делянки (50 га)

f – площадь полива дождевальнoй машиной

Далее рассчитываем время с учётом количества позиций по формуле:

$$t_{c.o} = П * t \quad (12)$$

где, $П$ – число позиций

t – чистое время полива

Далее рассчитываем $t_{бр}$ – время с учётом остановок:

$$t_{бр} = t_{c.o} / K_{см} \quad (13)$$

где, $K_{см}$ – коэффициент сменного времени

Определение поливной нормы и межполивного периода.

$m-n$	n	m	Y	$t\mu_1 H_B$	%	Z_H	Z_k	$W_{полив}$	t (час)
0,03	0,485	0,515	0,249	0,12	99,9	123,675	131,325	7,65	2,7752

$$m = n + 0,03$$

$$\frac{m - n}{m(n - 1)} - \frac{m - n}{n(n - 1)} = 0$$

$$\frac{n + 0,03 - n}{(n + 0,03)(n + 0,03 - 1)} = \frac{n + 0,03 - n}{n(n - 1)}$$

$$\frac{0,03}{n^2 - 0,94n - 0,0197} = \frac{0,03}{n^2}$$

$$0,03(n^2 - n) = 0,03(n^2 - 0,94n - 0,0291)$$

$$0,0018n = 0,000873$$

$$n = 0,485$$

$$Y = \frac{m - n}{\ln \frac{m(n - 1)}{n(m - 1)}}$$

$$Y = \frac{0,03}{\ln \frac{0,515(0,485 - 1)}{0,485(0,515 - 1)}} = \frac{0,03}{\ln 1,1277} = 0,249$$

$$t\mu_1 H_B = \frac{0,515 - 0,485}{0,25} = 0,12$$

$$\% = \frac{0,249}{0,25} = 99,9\%$$

Далее находим Z_H и Z_K

$$Z_H = n \cdot Z_n = 0,485 \cdot 255 = 123,675 \text{ мм}$$

$$Z_K = m \cdot Z_n = 0,515 \cdot 255 = 131,325 \text{ мм}$$

Находим поливную норму по формуле:

$$t = \frac{t\mu_1 H_B}{\mu_1 H_B} = \frac{0,12}{0,04324} = 2,7752$$

В приведенной ниже таблице, мы рассмотрим 2 случая - при непрерывной работе дождевальной машины (99,9%) и при периодических интервалах (94%), проанализируем характеристики дождевальных машин отечественного и импортного производства и подберем подходящие для наших случаев.

Литература

1. Повышение эффективности оросительных систем Брянской области с использованием современных технических средств орошения / Е.В. Байдакова, В.Ф.Василенков, С.В. Василенков, Л.А. Зверева, О.Н. Демина, Н.В. Каничева, В.Н. Кровопускова // Отчет по хоздоговорной НИР кафедры - № 44а ГЗ от 25.06.2017 г.

2. Демина О.Н., Василенков В.Ф., Мельникова Е.А. Разработка модели влагопереноса с целью планирования водопользования при орошении дождевальными установками // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 1. С. 3-9.

3. Экологическая и экономическая оптимизация эксплуатационного режима орошения современными дождевальными машинами / В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Ю.А. Мажайский, О.Н. Демина, Е.А. Мельникова // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 85-92.

4. Байдакова Е.В., Кожедуб Г.С. Эксплуатационный режим орошения кукурузы дождевальной машиной Кубань – ЛК1М в засушливый год в Брянской области // Сборник научных трудов института энергетики и природопользования. Брянск, 2017. С. 19-24.

УДК 631.445.12

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФА НА ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНИКАХ

Дунаев А.И., А.И. Dunaev@yandex.ru

Кожедуб Г.С., магистрант gleb.sergeevich.01@mail.ru

Dunaev A.I., Kogedub G.S.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Брянск, Россия 243345 Брянская область

Bryansk State Agrarian University

Реферат. Рассмотрены вопросы одного из особых условий строительства мелиоративных систем на торфяниках -- изменения водно-физических свойств торфа вследствие его осадки при осушении и учета этого фактора при проектировании мелиоративных мероприятий.

Излагаются актуальность проблемы и суть разработанных новых методик по прогнозной оценке изменения показателей основных водно-физических свойств торфа на осушаемых торфяниках, а именно:

-показателей плотности торфа;

-коэффициентов фильтрации и водоотдачи торфяной залежи.

Приводятся: математическая основа и методика исследований, разработанная новая методика, расчетные формулы и соотв. графические иллюстрации.

Summary: The questions of one of the special conditions of construction of reclamation systems on peatlands-changes in water-physical properties of peat due to its precipitation during drainage and taking into account this factor in the design of reclamation activities.

The urgency of the problem and the essence of the developed new techniques for the forecast assessment of changes in the indicators of basic water-physical properties of peat on drained peatlands, namely:

- peat density indicators;
- coefficients of filtration and drainage of peat deposits.

Are: mathematical basis and methodology of research, developed a new method, calculation formula and ACC. graphic illustrations.

Ключевые слова: торфяники, водно-физические свойства торфа, коэффициент фильтрации.

Keywords: *peat, water-physical properties of peat, the filter coefficient.*

При осушении торфяников происходит снижение поверхности болота, уменьшается глубина осушительной сети, изменяются многие цифровые показатели основных свойств торфа, а именно: уменьшаются коэффициенты фильтрации и водоотдачи, увеличиваются плотность и степень разложения и пр.. Прогнозирование и учет этих изменений являются важными вопросами как при проектировании осушительной сети, так и при оценке воздействия осушения на окружающую среду и обосновании природоохранных мероприятий.

Кроме того, следует отметить, что существующие методы прогнозных расчетов охватывают сразу всю толщу торфяника – без учета того, что поддренная толща торфа также изменяется, хотя и в значительно меньшей степени.

Предлагаемый новый метод расчета использует в своей основе показатели плотности торфа, что упрощает расчеты с точки зрения повышения точности и надёжности прогнозирования.

В результате произведенных исследований были получены новые расчетные методики прогнозирования изменения показателей плотности торфа, изменения коэффициентов фильтрации и водоотдачи торфа при его осушении.

В основу прогнозирования изменения водно-физических свойств торфа положены изменяющиеся показатели плотности торфа, а в основу оценки плотности торфа положено использование физической формулы плотности вещества ($\rho_0 = \frac{M}{V}, \text{г/см}^3$). По этой формуле, с учетом изменения объема торфяной залежи (ΔV), определяется плотность торфа, а именно [1]:

$$\rho_1 = \frac{M}{V - \Delta V}, \text{г/см}^3, \quad (1)$$

Графическая иллюстрация осадки торфа и изменения его объема приводится на рис. 1.

После подстановки в формулу (1) соотв. параметров и, исходя из расчета на единицу площади, получаем формулу для оценки средней плотности торфяной залежи:

$$\rho_1 = \frac{\rho_0 \cdot H_0}{H_0 - h_n}, \text{ г/см}^3 \quad (2)$$

где ρ_0 - плотность торфа до осушения (по материалам изысканий), г/см^3 ; H_0 - исходная мощность торфяной залежи, м; h_n - величина осадки поверхности торфяника, м.

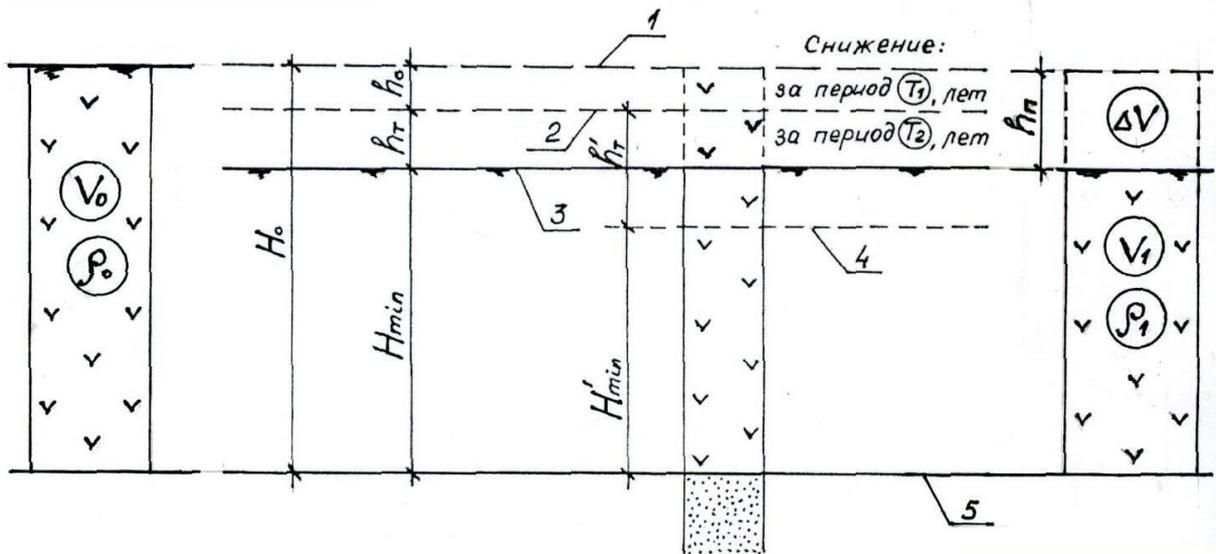


Рис. 1. Графическая иллюстрация процесса трансформации осушаемой торфяной залежи

1...4 -- поверхности торфяника: **1** - в начале эксплуатации (на момент изысканий); **2** - на конец периода основной осадки торфа; **3** - на конец расчетного периода (проектный допустимый уровень); **4** - фактическое расчетное положение (в случае чрезмерной сработки торфа). **5** - подошва торфяника

Аналогично получаем формулу для оценки средней плотности поддренной толщи торфа -- по величине осадки проектного дна открытых осушителей и закрытых дрен, (см. рис. 2):

$$\rho_2 = \frac{\rho_0 \cdot (H_0 - h_{np})}{H_0 - h_{np} - h_d}, \text{ г/см}^3 \quad (3)$$

где h_{np} - проектная глубина осушительной сети, м; h_d - расчетная величина осадки дна осушителя, м.

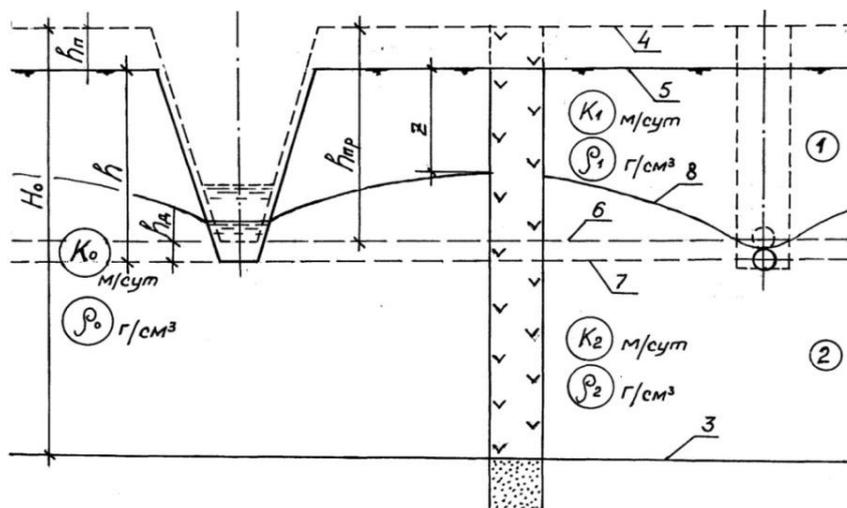


Рис. 2. Схема трансформации торфяника при его осушении

1, 2 – соотв. наддренная и поддренная толщи торфа; 3 – подошва торфяной залежи; 4, 5 – соотв. поверхность болота до начала и после осушения; 6, 7 – соотв. уровни дна осушительной сети до и после осушения; 8 – расчетное положение депрессионной кривой.

Полученные и приводимые выше расчетные формулы (2) и (3) плотности торфа используются для прогнозирования изменения других водно-физических свойств торфа. Для этой цели используются известные и апробированные на практике расчетные методики и характерные типичные зависимости по установлению основных цифровых показателей свойств торфа. Например, по показателям плотности торфа, используя типичную зависимость $K=f(\rho)$, коэфф. фильтрации торфа оценивается из формулы [4]:

$$\lg K_1 = \lg K_0 - \beta \cdot (\rho_1 - \rho_0) \quad (4)$$

где K_0 – исходный коэффициент фильтрации торфа (по данным изысканий), м/сут;

K_1 – прогнозируемый коэффициент фильтрации торфа после его осадки, м/сут;

β – коэффициент, учитывающий интенсивность снижения коэффициента фильтрации с увеличением плотности торфа.

Графическая иллюстрация использования типичной зависимости (4) приводится в соотв. литературном источнике [2] – см. рис.1.

Для оценки измененного коэффициента водоотдачи наддренного осушаемого слоя торфа используется широко применяемая в мелиоративной практике формула А.И. Ивицкого [3]:

$$\mu = 0,116 \cdot K^{3/8} \cdot (h - H)^{3/4} \quad (5)$$

где $K=K_1$ -- прогнозируемый коэффициент фильтрации, м/сут; h -- проектная глубина осушительной сети (дренажа), м; H – расчетный напор грунтовых вод, м.

Апробация расчётной методики производилась на основе:

-задаваемых характерных почвенно-геологических условий, охватываемых практикой мелиорации торфяно-болотных земель (исходная мощность осушаемых торфяников выбиралась в пределах 1,5-3,0м – как наиболее распространенных в практике мелиорации);

-конкретных проектных и проектно-изыскательских материалов проектного института ОАО «Брянскигипроводхоз» (анализировались проектные материалы мелиоративных систем, построенных в условиях Брянской области в различные годы).

В результате произведенных исследований было установлено следующее:

1. Результаты исследований показали на снижение поверхности болот (осадки торфа) на величину 15-25% -- в зависимости от мощности торфа. Проектировщики эти же результаты оценивали в пределах 10-15%.

2. Исследовательские расчёты показали по различным объектам на снижение коэффициентов фильтрации торфа в процессе его осушения в 2,5...4 раза (в среднем в 3 раза). Эти результаты не противоречат в целом подобным материалам в условиях других регионов, которые были опубликованы в различных литературных источниках последнего времени.

3. На практике имело место «перестраховочного» подхода проектировщиками к обоснованию проектных параметров осушительной сети -- случаи занижения расстояний между осушителями (закрытыми дренами) на 3-5м (в среднем на 4м) -- в зависимости от мощности и типа торфяников. Полученные результаты указывают на возможность увеличения расстояния между дренами на 13-16% (в среднем на 15%), а соответственно – и на возможность снижения стоимости строительства.

Выводы и заключение

Анализ материалов исследований и апробации новых разработанных методов прогнозирования изменений свойств торфа (вследствие его осушения) позволяет сделать основные выводы и заключить следующее:

1. Использование в основе предлагаемых методов показателей по осадке и плотности торфа позволяет охватывать и учитывать более широкий спектр конкретных природных условий и свойств торфа, что повышает точность и надёжность выполняемых расчетов -- по сравнению с существующими подходами и методами решения подобных задач.

2. Предлагаемая новая методика оценки водно-физических свойств осушаемого торфа может быть полезна для использования на практике – как при проектировании мелиоративных систем на торфяниках, так и при ландшафтно-экологическом обосновании проектов мелиорации и землеустройства мелиорируемых земель, что является достаточно актуальным в настоящее время.

Литература

1. Дунаев А.И. Оценка увеличения плотности торфа с целью прогноза изменений его водно-физических свойств при осушении торфяников // Актуальные проблемы ЭО, информатизации, автоматизации и природопользования в АПК: материалы научно-технической конференции. Брянск: Брянский ГАУ, 2017.
2. Дунаев А.И. Оценка изменения коэффициента фильтрации торфа при его осушении // Вестник Брянской ГСХА. 2013. № 5. С. 36-37.
3. Мелиорация и водное хозяйство. Осушение: справочник / под ред. Б.С. Маслова. М: Агропромиздат, 1985. 447 с.
4. Силкин А.М. Сооружения мелиоративных систем в торфяных грунтах. М.: Агропромиздат, 1986. 138 с.
5. Байдакова Е.В., Ляхова Л.А. Выбор оптимальных трудоохранных мероприятий в мелиорации // Проблемы природообустройства и экологической безопасности: материалы XVI межвузовской научно-практической конференции. 2003. С. 47-49.

УДК 631.671

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Water consumption and wastewater on the territory of the Bryansk region

Ивченко Л.В., к.т.н.

Ivchenko L. V.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Брянск, Россия 243345 Брянская область

Bryansk State Agrarian University

Реферат. Рассмотрены вопросы водопотребления, водоотведения. Выяснили, что доля водопотребления приходится на наиболее крупные города: Брянск, Клинцы, Новозыбков, Дятьково. Наблюдаемое в последние годы снижение нагрузки по массе сброса загрязняющих веществ в сточных водах при сбросе в водные объекты области, вызвано сокращением производства, нестабильностью работы предприятий, частичной приостановки их деятельности.

Summary: *The issues of water consumption, water disposal are considered. It was found that the share of water consumption falls on the largest cities: Bryansk, Klinty, Novozybkov, Dyatkovo. The decrease in the load on the mass of discharge of pollutants in wastewater during discharge into water bodies of the region, observed in recent years, is caused by a reduction in production, instability of enterprises, partial suspension of their activities.*

1. Водопотребление

Водопотребление на территории Брянской области основано на поверхностных и подземных источниках. Основная доля водопотребления приходится на наиболее крупные города: Брянск, Клинцы, Новозыбков, Дятьково.

В перспективе индустрия должна перейти на оборотное водоснабжение и безотходное производство, когда отходы одних служат сырьем для других производств. Такая технология выгодна, так как многие токсиканты это ценное сырье и отпадает необходимость в строительстве очистных сооружений. В Дятьковском районе, ряд промышленных предприятий используют системы оборотного повторно-последовательного водоснабжения это ОАО «Мальцовский портландцемент», ОАО «Сантехлит», ОАО «Ивотстекло» и др. Годовой расход воды в этом районе составляет 15,36 млн. м³.

В остальных районах области расход воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения следующий: Комаричский район - 1,130 млн.м³, Выгоничский район – 0,376 млн.м³, Гордеевский – 0,455 млн.м³, Жуковский – 0,163 млн.м³, Погарский – 0,144 млн.м³, Суражский -4,706 млн.м³, Трубчевский – 1,832 млн.м³, г. Брянск – 33,385 млн.м³, г. Клинцы - 0,996 млн.м³, г.Новозыбков – 0,130 млн.м³, Сельцо – 0,765 млн.м³.

Суммарный объем водопотребления за 2006 г. по данным отчетности 2-ТП (водхоз) отдела водных ресурсов по Брянской области МОБВУ составляет 144,119 млн.м³ в год. Объем забора подземных вод составляет 95,881 млн.м³ в год, поверхностной -48,045 млн.м³ в год.

За последние 5 лет водопотребление в области уменьшилось.

Потребление воды из поверхностных водных объектов Брянской области осуществляют 32 водопользователя из них: Брянский район-1; Дятьковский район-5; Жирятинский район-1; Жуковский район – 2; Комаричский район -2; Навлинский район -2; Почепский район – 1; Севский район – 1; Суражский район – 1; Трубчевский район - 1; Унечский район – 1; г. Брянск – 10; г.Дятьково – 2; г.Клинцы – 3.

В ряде районов произошло уменьшение забора поверхностных вод, таких как: Брянский на 8,4 %, Жуковский на 18%, Почепский на 12 %, Севский на 14 %, Суражский на 7,6 %, Трубчевский на 0,2 %, Унечский на 50 %, г. Брянск на 5,2 %. Уменьшение забора поверхностных вод связано с уменьшением производственных мощностей на предприятиях, банкротством и закрытием производств.

За счет увеличения производственных мощностей увеличился забор поверхностных вод в Комаричском районе на 17 %, Навлинском районе на 38,5 %, г.Клинцы на 4,7 % и г.Дятьково на 17,4%.

На территории Брянской области насчитывается 724 водопользователя, осуществляющего забор подземных вод, в том числе 8 осуществляют добычу минеральных вод. Наибольшее количество водопользователей осуществляющих добычу подземных вод в области расположены в г.Брянске-57, Брянском районе- 48, в Карачевском, Климовском, Почепском, Стародубском районах - 39. Количество пользователей подземных вод уменьшилось из-за передачи скважин сельскохозяйственных предприятий на баланс муниципальных обра-

зований.

В ряде районов области, таких как Гордеевский, Красногорский, Ново-зыбковский, Рогнединский произошло увеличение забора подземных вод на 11% – 15%. Уровень подземных вод некоторых артезианских бассейнов систематически снижается, что служит показателем того. Что изъятие подземных вод производится в объеме, превышающем естественное возобновление.

2. Водоотведение

За последние 5 лет сброс сточных вод в водные объекты Брянской области уменьшился на 10,3 %, с 104,518 до 93,796 млн. м³. Сброс сточных вод без очистки уменьшился за последние 5 лет на 80% с 5,562 млн.м³ до 1,147 млн.м³.

В 2006 году водоотведение по Брянской области в поверхностные водные объекты составило около 93,796 млн. м³.

Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты осуществляют 90 водопользователей.

Значительное уменьшение объемов сброса произошло в Злынковском районе на 58 %, Жирятинском на 54,8 %, Севском на 38,5 %. Уменьшение объемов сбрасываемых вод связано с уменьшением объемов производства у водопользователей и уменьшением общего забора воды.

Объемы сброса сточных вод увеличились в г.Дятьково на 19,3 %, г. Клинцы на 2,7 %, Навлинском районе на 10%, Брасовском районе на 0,63 %, Жуковском на 0,36 %.

В природные водные объекты сброшено 91,638 млн.м³ и в накопители, впадины, поля фильтрации, на рельеф местности 2,157 млн.м³.

В водные объекты и на рельеф местности сбрасывается 97% без очистки и недостаточно-очищенных до нормативных требований сточных вод от общего их объема и только 3 % нормативно-чистых и нормативно-очищенных вод. Произошло увеличение объемов загрязняющих веществ, в сточных водах по БПК, сульфатам, хлоридам, нитратам, СПАВ, Железу, нитритам, формальдегидам. По остальным ингредиентам произошло уменьшение объемов загрязняющих веществ, в сточных водах.

Наблюдаемое в последние годы снижение нагрузки по массе сброса загрязняющих веществ в сточных водах при сбросе в водные объекты области, вызвано сокращением производства, нестабильностью работы предприятий, частичной приостановки их деятельности.

Неэффективно работают очистные сооружения муниципальных унитарных предприятий «Выгоничский районный водоканал», «Стародубский районный водоканал», «Дубровский районный водоканал», в результате чего сточные воды не очищаются, до нормативных требований и оказывают отрицательное влияние на водные объекты.

Литература

1. Информационный бюллетень о состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Брянской области за 2006 г.

2. Отчет по форме 2-ТП «Водхоз». Отдел водных ресурсов Брянской области Московско-Окского бассейнового водного управления.

3. Устройство для определения уровня прозрачности воды: пат. 152969 / Кровопускова В.Н., Василенков В.Ф., Василенков С.В. 26.11.2014

4. Байдакова Е.В. Мероприятия, ускоряющие поверхностный, внутрипочвенный и грунтовый сток / под общ. ред. Л.М. Маркарянц // Проблемы энергетики и природопользования, вопросы безопасности жизнедеятельности и экологии: сборник материалов международной научно-практической конференции. 2010. С. 25-28.

5. Байдакова Е.В. Рекомендации по размещению мелкотрубчатых колодцев по территории / под общ. ред. Л.М. Маркарянц // Проблемы энергообеспечения, информатизации, безопасности и природопользования в АПК: сборник материалов международной научно-практической конференции. 2011. С. 12-14.

6. Повышение эффективности оросительных систем Брянской области с использованием современных технических средств орошения / Е.В. Байдакова, В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Л.А. Зверева, О.Н. Демина, Н.В. Каничева, В.Н. Кровопускова // Отчет по хоздоговорной НИР кафедры - №44а ГЗ от 25.06.2017 г.

УДК 34:504.4.06

ПРАВОВОЙ РЕЖИМ ВОДООХРАННЫХ ЗОН

The legal regime of water protection zones

Кровопускова В.Н., Байдакова Е.В.

Krovopuskova V. N., Baydakova E. V.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Брянск, Россия 243345 Брянская область

Bryansk State Agrarian University

Реферат: Рассмотрены вопросы правового режима водоохраных зон и границ прибрежных защитных полос с учетом изменения законодательной документации.

Summary: *The questions of legal regime of water protection zones and borders of coastal protective strips with the changes of legislative documentation are considered.*

Введение. Особенностью правового режима водоохраных зон является то, что его регулирование находится в сфере действия нескольких правовых актов: ВК РФ, ЗК РФ, Градостроительного кодекса РФ и других нормативных актов. До недавнего времени правовой режим водоохраных зон регулировался также и Федеральным законом от 21 декабря 2001 г. N 178-ФЗ "О приватизации государственного и муниципального имущества" (далее - ФЗ "О приватизации

государственного и муниципального имущества"). Особое внимание водоохраным зонам уделяется именно в ВК РФ. В части 1 которого содержится определение водоохраных зон. Отсюда можно выделить следующие их признаки:

1) это территории, которые примыкают к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ;

2) на них устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности;

3) целями их установления является предотвращение загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранение среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

Прибрежные защитные полосы устанавливаются в границах водоохраных зон, то есть являются неотъемлемой их частью. Иногда прибрежная защитная полоса совпадает с водоохраной зоной. Это происходит в случае, если протяженность реки или ручья небольшая и составляет менее десяти километров от истока до устья. В прибрежных защитных полосах вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности, то есть устанавливаются повышенные меры охраны, связанные с тем, что такие участки территории находятся в непосредственной близости от охраняемых водных объектов.

Следует отметить также, что в пределах водоохраных зон и прибрежных защитных полос имеются береговые полосы. Их установление не связано с охраной водного объекта. Береговая полоса - это полоса вдоль береговой линии (границы) водного объекта (статья 6 ВК РФ). Она определяется для всех водных объектов за исключением болот, ледников, снежников, природных выходов подземных вод (родников, гейзеров) и иных предусмотренных федеральными законами водных объектов (например, рек в закрытых коллекторах, а также прудов и обводненных карьеров, находящихся в частной собственности). Ширина береговой полосы 20 м, за исключением каналов, а также рек и ручьев, протяженность которых от истока до устья не более 10 км, - для них 5 метров. Прибрежная защитная полоса никогда не совпадает с береговой полосой и не бывает меньше ее: она всегда шире.

Береговая полоса является общедоступной. Это означает, что каждый гражданин вправе передвигаться и пребывать в любой ее части, а следовательно, требовать от других освобождения береговой полосы. Земельные участки в пределах береговой полосы не могут быть приватизированы (пункт 8 статьи 27 ЗК РФ).

Водоохраные зоны (а также прибрежные защитные полосы) устанавливаются не для всех категорий водных объектов, а только для некоторых из них. Согласно статье 5 ВК РФ водные объекты в зависимости от особенностей их режима, физико-географических, морфометрических и других особенностей подразделяются на:

1) поверхностные водные объекты;

2) подземные водные объекты.

К поверхностным водным объектам относятся:

- 1) моря или их отдельные части (проливы, заливы, в том числе бухты, лиманы и другие);
- 2) водотоки (реки, ручьи, каналы);
- 3) водоемы (озера, пруды, обводненные карьеры, водохранилища);
- 4) болота;
- 5) природные выходы подземных вод (родники, гейзеры);
- 6) ледники, снежники.

Очевидно, что водоохранные зоны и природные защитные полосы создаются лишь для отдельных видов поверхностных вод - морей, водотоков, некоторых видов водоемов. Из этого следует, что водоохранная зона не установлена для озер и водохранилищ с акваторией менее 0,5 кв. км, не имеющих особо ценного рыбохозяйственного назначения; прудов и обводненных карьеров; ледников, снежников, родников, гейзеров, болот и озер внутри болот; рек и их частей, помещенных в закрытые коллекторы.

Как следует из статей 5, 8 ВК РФ, водные объекты, для которых установлены водоохранные зоны, могут находиться только в собственности РФ. Водоохранные зоны примыкают к береговой линии. Береговая линия - это граница водного объекта. Она определяется следующим образом (часть 4 статьи 5 ВК РФ):

- 1) для моря - по постоянному уровню воды, а в случае периодического изменения уровня воды - по линии максимального отлива;
- 2) для реки, ручья, озера, обводненного карьера - по среднегодовому уровню вод в период, когда они не покрыты льдом;
- 3) для пруда, водохранилища - по нормальному подпорному уровню воды;
- 4) для болота - по границе залежи торфа на нулевой глубине.

2. Установление водоохранных зон и прибрежных защитных полос не означает, что собственники земель, землевладельцы, землепользователи лишаются каких-либо прав на данные земельные участки или то, что эти участки не могут быть объектами гражданско-правовых сделок.

Из статьи 27 ЗК РФ следует, что земельные участки в пределах водоохранной зоны и природной защитной полосы не изъяты из оборота, и значит, могут находиться в частной собственности. Однако владельцы земельных участков, в границах которых находятся водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы, обязаны соблюдать специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности. Специальный режим предполагает, что на данной территории устанавливаются запреты и ограничения на ведение хозяйственной и иной деятельности.

Так, согласно части 15 статьи 65 ВК РФ в границах водоохранных зон запрещается:

- 1) использование сточных вод для удобрения почв;
- 2) размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ;
- 3) осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений;
- 4) движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транс-

портных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие.

В границах прибрежных защитных полос наряду с установленными частью 15 настоящей статьи ограничениями запрещаются:

- 1) распашка земель;
- 2) размещение отвалов размываемых грунтов;
- 3) выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн.

Важным новшеством по сравнению с предыдущей редакцией ВК РФ является норма части 16 статьи 65 ВК РФ, согласно которой в границах водоохранных зон допускаются проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация хозяйственных и иных объектов при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды.

Данная норма значительно либерализовала режим водоохранных зон. По сути, разрешены любые виды деятельности и строительства, кроме прямо запрещенных законодательством. Единственное условие - должна обеспечиваться должная охрана водного объекта, в противном случае эксплуатация хозяйственных объектов или иная деятельность не допускается (Постановление ФАС УО от 6 августа 2009 г. N Ф09-5605/09-С1 по делу N А47-2121/2009).

Следует помнить, что строительство объектов недвижимости в пределах береговой полосы водного объекта общего пользования, предназначенной для общего пользования, не допускается (Определение ВАС РФ от 03.02.2009 N 160/09 по делу N А53-19261/2007-С2-50).

Нарушение режима использования территорий водоохранных зон и прибрежных защитных полос влечет ответственность на основе действующего законодательства (ст. 8.12 КоАП РФ). Государственный контроль и надзор за использованием и охраной водных объектов осуществляют:

- Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) и ее территориальные органы - федеральный государственный контроль и надзор;

- органы исполнительной власти субъектов РФ - региональный государственный контроль и надзор. Постановление Правительства РФ от 25.12.2006 N 801 (ред. от 04.03.2009) "Об утверждении Положения об осуществлении государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов".

Одной из наиболее важных задач является установление ширины водоохранной зоны и ширины прибрежной защитной полосы, а также установление на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос.

Линия, которая является началом отсчета ширины водоохранных зон от берега, по-разному определяется в населенных пунктах и за их пределами. Если для водных объектов, расположенных за пределами населенных пунктов, ширина водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы устанавливается от соответствующей береговой линии, а для морей - от линии максимального при-

лива, то в городах при наличии ливневой канализации и набережных границы прибрежных защитных полос этих водных объектов совпадают с парапетами набережных, ширина водоохранной зоны на таких территориях устанавливается от парапета набережной. Однако при отсутствии набережной ширина водоохранной зоны прибрежной защитной полосы измеряется от береговой линии.

Установление на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов, в том числе посредством специальных информационных знаков, осуществляется в порядке, установленном Постановлением Правительства РФ от 10 января 2009 г. N 17 "Об утверждении Правил установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов" (далее - Правила установления границ).

Согласно данным Правилам установление границ может осуществляться либо органами государственной власти субъектов РФ либо Федеральным агентством водных ресурсов (Росводресурсы) и его территориальными органами. Эти же органы обеспечивают размещение специальных информационных знаков на всем протяжении границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос. Образцы специальных информационных знаков для обозначения границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос устанавливаются Минприроды России

Выводы:

Следует отметить, что ссылка на тот факт, что границы водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы не установлены, в ряде случаев не является основанием для не привлечения к административной ответственности (Постановление ФАС ДВО от 28 сентября 2009 г. N Ф03-4966/2009).

Литература

1. Водный кодекс Российской Федерации.
2. Земельный кодекс Российской Федерации.
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации.
4. О приватизации государственного и муниципального имущества: ФЗ от 21 декабря 2001 г. N 178-ФЗ.
5. Постановление ФАС УО от 6 августа 2009 г. N Ф09-5605/09-С1 по делу N А47-2121/2009
6. Об утверждении Положения об осуществлении государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов: постановление Правительства РФ от 25.12.2006 N 801 (ред. от 04.03.2009) .
7. Постановление ФАС ДВО от 28 сентября 2009 г. N Ф03-4966/2009

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА ФОТОСИНТЕЗ

The influence of intensity and spectral composition of light on photosynthesis

Кровопускова В.Н., Байдакова Е.В.

Krovopuskova V. N., Baydakova E. V.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Брянск, Россия 243345 Брянская область

Bryansk State Agrarian University

Реферат: В статье поставлена задача повысить эффективность светового потока за счет обеспечения более полного процесса фотосинтеза в растениях и лучшего использования света, идущего от внешнего источника освещения с учетом стадии развития и вида растений и позволяющего при необходимости изменять состав излучения.

Summary: *The article aims to improve the efficiency of light flux by providing a more complete process of photosynthesis in plants and better use of light coming from an external light source, taking into account the development and species of plants and allowing, if necessary, to change the composition of radiation.*

Зависимость фотосинтеза от лучистой энергии является наиболее очевидной и существенной. Уже в ранних работах К.А. Тимирязева и других исследователей установлено отсутствие линейной зависимости между активностью процесса фотосинтеза и напряженностью действующего фактора. Зависимость активности фотосинтеза от интенсивности света — световая кривая фотосинтеза — имеет форму логарифмической кривой. Прямая зависимость скорости процесса от притока энергии имеет место только при низких интенсивностях света. В области насыщающих интенсивностей света дальнейшее увеличение освещенности не увеличивает скорость фотосинтеза.

При проведении физиологических исследований анализ световой кривой фотосинтеза дает информацию о характере работы фотохимических систем и ферментативного аппарата. Угол наклона кривой характеризует скорость фотохимических реакций: чем он больше, тем активнее система использует энергию света. По углу наклона линейного участка можно вести приближенные расчеты расхода квантов на восстановление моля CO_2 . Скорость фотосинтеза в области насыщающей интенсивности света характеризует мощность систем поглощения и восстановления CO_2 и в значительной мере определяется концентрацией углекислоты в среде. Чем выше расположена кривая в области насыщающих интенсивностей света, тем более мощным аппаратом поглощения и восстановления углекислоты обладает система.

Минимальная интенсивность света, при которой возможен фотосинтез, различна у разных групп растений. Определенное практическое значение имеет

световой компенсационный пункт (СКП) — уровень освещения, когда интенсивности газообмена в процессах фотосинтеза и дыхания равны. Только при интенсивности света выше СКП устанавливается положительный баланс углерода. Положение светового компенсационного пункта определяется генотипом растения и зависит от соотношения фотосинтеза и темнового дыхания. Любое усиление темнового дыхания, например при повышении температуры, увеличивает значение СКП. У С4-растений световой компенсационный пункт расположен выше, чем у С3-растений, у теневыносливых растений он ниже, чем у светолюбивых.

Повышение интенсивности света до определенного уровня действует в первую очередь на фотохимические реакции хлоропластов. При освещении сначала включается нециклический транспорт электронов. По мере увеличения скорости электронного потока и насыщения электронных пулов часть электронов переключается на образование циклических потоков. Переключение связано с восстановлением переносчиков, занимающих ключевое положение в ЭТЦ (к ним относятся пул пластохинонов, ферредоксин), и изменением конформации редокс-агентов. В условиях избыточной освещенности циклический транспорт электронов может играть защитную роль в хлоропластах, а также служить источником энергии для дополнительного синтеза АТФ и таким образом способствовать активации процессов ассимиляции углерода в хлоропластах и адаптационных процессов в растении.

Помимо интенсивности существенное значение для фотосинтеза имеет спектральный состав света. Основные закономерности действия на фотосинтез лучей разных длин волн были установлены К. А. Тимирязевым. Дальнейшие исследования показали, что интенсивность фотосинтеза в участках спектра, выровненных по количеству энергии, различна: наиболее высокая интенсивность фотосинтеза отмечена в красных лучах (О. Warburg, E. Negelein, 1923; E. Gabrielsen, 1935, и др.).

Спектр действия фотосинтеза (кривая его зависимости от длины волны падающего света) при выровненном числе квантов имеет два четко выраженных максимума — в красной и синей части спектра, аналогичных максимумам поглощения хлорофилла. Следовательно, красные и синие лучи наиболее эффективны в фотосинтезе. Анализ кривой квантового выхода фотосинтеза в зависимости от длины волны показывает, что он имеет близкие значения в диапазоне длин волн 580 — 680 нм (около 0,11). В сине-фиолетовой части спектра (400 — 490 нм), поглощаемой наряду с хлорофиллами также и каротиноидами, квантовый выход снижается (до 0,06), что связывают с менее продуктивным использованием энергии, поглощаемой каротиноидами. В дальнейшей красной области спектра (более 680 нм) наблюдается резкое снижение квантового выхода. Явление «красного падения» фотосинтеза и последующие опыты Р. Эмерсона, показавшие усиление фотосинтеза при дополнительном освещении коротковолновым светом («эффект усиления»), привели к одному из фундаментальных положений современного фотосинтеза о последовательном функционировании двух фотосистем.

Качество света, как показали многолетние исследования Н.П. Воскресен-

ской (1965—1989), оказывает сложное и разностороннее влияние на фотосинтез. Синий свет по сравнению с красным (выравненный по числу квантов) оказывает специфическое действие на фотосинтетический аппарат растений. На синем свете более активна общая ассимиляция CO_2 , что обусловлено активирующим действием синего света на процессы электронного транспорта и на реакции углеродного цикла. В системе, где донором электронов служила вода, синий свет повышал активность фотовосстановления НАДФ⁺ почти в два раза по сравнению с активностью этой реакции у растений на красном свете. Спектральный состав света определяет состав продуктов, синтезируемых при фотосинтезе: на синем свете преимущественно синтезируются органические кислоты и аминокислоты, а позднее — белки, тогда как красный свет индуцировал синтез растворимых углеводов, а со временем — крахмала. Отмечено регулирующее действие синего света на активность ферментов фотосинтетического превращения углерода. У растений, выращенных на синем свете, обнаружена более высокая активность РубФ-карбоксилазы, глицеральдегидфосфатдегидрогеназы, гликолатоксидазы, глиоксилатаминотрансферазы. Для предложения

Автором статьи была поставлена задача повысить эффективность светового потока за счет обеспечения более полного процесса фотосинтеза в растениях и лучшего использования света, идущего от внешнего источника освещения с учетом стадии развития и вида растений и позволяющего при необходимости изменять состав излучения.

Для решения указанной задачи автором статьи изготовлен фитопрожектор, содержащий корпус со световыми элементами, состоящими из групп светодиодов с различными спектрами излучения и блок электрического питания. Корпус выполнен в виде прямоугольной рамы, изготовленной из П-образного швеллера, светодиоды расположены на лентах, которые установлены в два ряда. Тип смонтированных светодиодов - SMD 5050.

Вывод: Сегодня светодиоды и светодиодная лента – оптимальный материал для создания светильника для растений. Их преимущества это длительный срок службы и экономичность. они, в большинстве своем, многофункциональны – могут светить красным и синим спектром излучения. Таким образом, они стимулируют у растений процесс фотосинтеза, и он идет в разы быстрее, чем с мультиспектровой лампой.

Кроме того, одновременно решается задача по снижению потребления электроэнергии, повышению всхожести и снижению сроков выращивания растительной продукции, повышению ее питательных и вкусовых качеств, улучшению товарного вида путем обеспечения более рационального использования светового потока, подбора оптимального спектра освещения и режима включения источников света.

Литература

1. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 335 с.
2. Клейтон Р. Фотосинтез. Физические механизмы и химические модели. М., 1984.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПОЛИВНЫХ НОРМ
И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МЕЖПОЛИВНОГО ПЕРИОДА**

*Determination of the optimal irrigation norms
and duration of irrigation interval period*

Комяжко Аделина Николаевна E-mail:adelinakomyazhko@yandex.ru

Komaiko A. N.

магистр 1 курса, кафедра природообустройства и водопользования, г. Брянск
master of 1 course, Department of environmental engineering and water use, Bryansk

Василенков Валерий Фёдорович

Wasilenkow W.F.

научный руководитель, доктор технических наук, доцент БГАУ, г. Брянск
scientific Director, doctor of technical Sciences, associate Professor, Bransk

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Брянск, Россия 243345 Брянская область

Bryansk State Agrarian University

Реферат: Проводились опыты и выяснялась количественная и качественная сторона испарения почвы различной плотности, ее верхнего (0-5 см) слоя. Строились и анализировались кривые испарения. Подбиралась дождевальная машина, которая за наиболее короткий срок обеспечивает подачу нужного количества воды.

Summary: *Experiments were conducted and found out the quantitative and qualitative side of the evaporation of the soil of different density, its upper (0-5 cm) layer. Evaporation curves were constructed and analyzed. Selected irrigation system, which for the most short period of time, ensures supply of the necessary quantity of water.*

Большинство земельных участков нашей страны и мира отличаются неустойчивым и недостаточным увлажнением, что ведет к снижению устойчивости с/х производства. Форма связи между испарением и плотностью почвы близка к параболе второй степени, с уплотнением до определенного уровня испарение увеличивается, а затем уменьшается.

Известно, что строения пахотного слоя не всегда однородно. Наиболее динамична плотность верхнего слоя, который поддается воздействиям поверхностной обработки почвы: боронование, культивирование, прикапывание. В опыте выяснялась количественная и качественная сторона испарения их почвы различной плотности, ее верхнего (0-5 см) слоя. Создавались монолиты почвы, сосудов высотой 30 см, диаметром 14,5 см, объемом 4 950 см³, площадью испарения 165 см². Плотность нижнего слоя почвы, мощность которого составляла 24 см, во всех сосудах была одинаковой 1,2 г/см³. Плотность верхнего слоя (0 – 5) см измерялась по вариантам от 0,9 до 1,6 с интервалом 1 г/см³. Статья рас-

смаатривает вариант плотности верхнего слоя почвы (0-5см) равный $1,22 \text{ г/ см}^3$.

Почва - чернозем оподзоленный тяжело суглинистый. Образец просеивали через сито с отверстиями 5 мм, увлажняли до 20% от массы и засыпали в сосуды, послойно уплотняли, в нижней части, через каждые 5 см, в верхней - через 1 см. Поверхность каждого слоя слегка рыхлилась. Также в набитых сосудах почву увлажняли до капиллярной влагоёмкости. Вода поступала снизу, высушивали в естественных и частично лабораторных условиях, взвешивали через каждые сутки. При высыхании почва уменьшалась в объеме и отставала от стенок сосуда. Для того чтобы снизить влияние этих пустот на ход испарения, верхний слой почвы толщиной 1 см рыхлили, им засыпали образующиеся пустоты. Сравнительно большое испарение наблюдалось первые 3 дня, затем его величина резко снижалась из-за подсыхания верхнего слоя почвы. При более рыхлой и более плотной почве испарение было выше. В первом случае это зависело от более интенсивных диффузных процессов в более рыхлой почве, а во-втором в большей подвижности воды в капиллярах. Если почва очень уплотнена, т. е. $1,5 - 1,6 \text{ г/см}^3$, то испарение ниже, т.к здесь мало свободных пор и диффузия водных потоков затруднена снижением и подвижностью воды в капиллярах, т.к. при большей плотности резко снижается объем капиллярных пор и снижается их величина.

Наносим данные испарения своего варианта, строим плавный график «Изменения интенсивности испарения во времени» (рис. 1). После разбиваем получившуюся кривую на 5 равных промежутков, затем графически определяем значения испарения в конце этих промежутков.

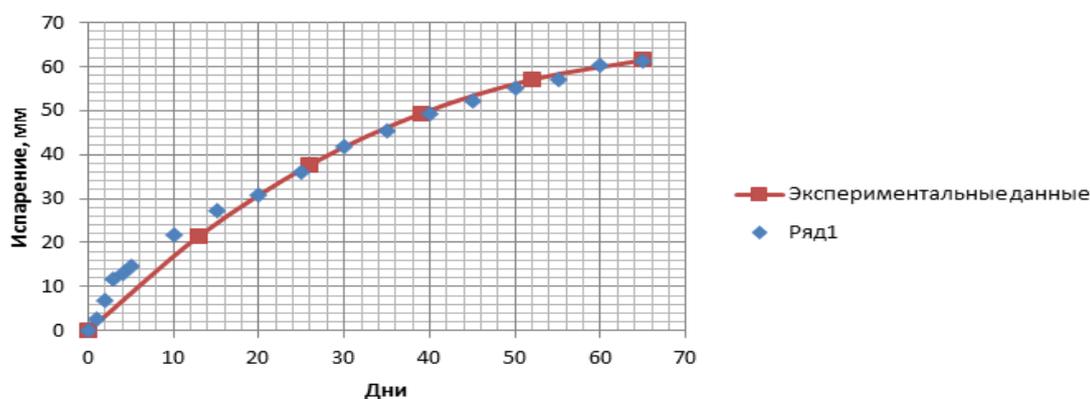


Рис. 1. Изменения интенсивности испарения во времени

Методом подбора, задаем значение $Z_0 = 200$ мм и используя нижеприведенную формулу определяем координаты точек экспериментальной кривой, затем по полученным данным строим теоретическую кривую испарения (рис. 2).

$$\varphi = \frac{Z_{\Delta t} - Z_t}{Z_{0+\Delta t}} \quad (1)$$

где:

$Z_{0+\Delta t}$ – величина, характеризующая стабилизацию испарения мм;

Z_t – исходная величина испарения влаги мм.

$$\varphi_1 = \frac{225 - 200}{225} = 0,11$$

$$\varphi_2 = \frac{238 - 225}{238} = 0,055$$

$$\varphi_3 = \frac{248 - 238}{248} = 0,04$$

$$\varphi_5 = \frac{262 - 256}{262} = 0,02$$

$$\varphi_4 = \frac{256 - 248}{256} = 0,03$$

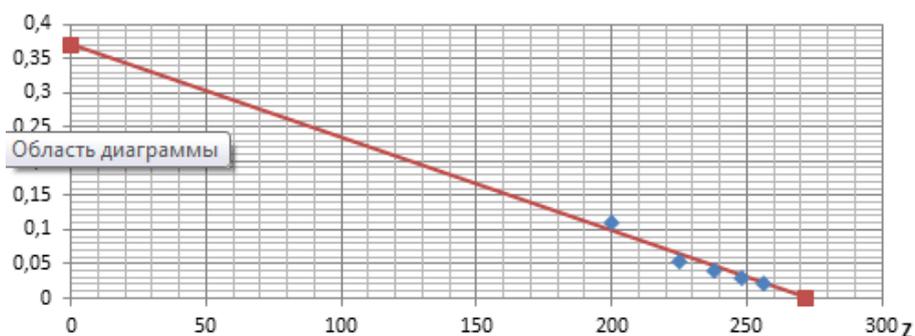


Рис. 2. Зависимость $\varphi = (Z_{\Delta t} - Z_t) / Z_{0+\Delta t}$ от Z_t

На данном графике, определяются значения φ и Z_{∞} : $\varphi = 0,37$,
 $Z_{\infty} = 272$ мм. Затем найдем значение $\mu_1 H_B$:

$$\mu_1 H_B = - \frac{\ln(1 - \psi)}{\Delta t} = - \frac{\ln(1 - 0,37)}{13} = 0,0355 \quad (2)$$

где:

Δt – промежутки времени равные 13 дням;

ψ - величина, в которой кинетическая прямая пересекает ординату.

Затем, для того чтобы определить значение Z (норма испарения) для каждого временного промежутка и, предварительно отняв Z_0 , наносим на первую (исходную) кривую.

$$Z = Z_{\infty} \left(1 + \frac{(Z_1 - Z_0)}{Z_0} e^{(-\mu_1 H_B \cdot t)} \right) \quad (3)$$

$$Z_{13} = \frac{272}{1 + \frac{272 - 200}{200} \cdot e^{-0.0355 \cdot 13}} = 221,5$$

$$Z_{26} = \frac{272}{1 + \frac{272 - 200}{200} \cdot e^{-0.0355 \cdot 26}} = 237,7$$

$$Z_{39} = \frac{272}{1 + \frac{272 - 200}{200} \cdot e^{-0.0355 \cdot 39}} = 249,3$$

$$Z_{52} = \frac{272}{1 + \frac{272 - 200}{200} \cdot e^{-0.0355 \cdot 52}} = 257$$

$$Z_{62} = \frac{272}{1 + \frac{272 - 200}{200} \cdot e^{-0.0355 \cdot 62}} = 261,$$

где:

Z_{∞} - величина характерная стабилизации испарения, мм;

Z_0 - величина испарения влаги, мм.

где, Z_H – начальная величина испарения и находится:

$$Z_H = n \cdot Z_{\infty} \quad (\text{мм}) \quad (4)$$

Z_H – конечная величина испарения и находится:

$$Z_K = m \cdot Z_{\infty} \quad (\text{мм}) \quad (5)$$

После этого находим время полива по формуле:

$$t = \frac{t \mu_1 H_B}{\mu_1 H_B} \quad (6)$$

где, $t\mu_1 H_B$ находим по формуле:

$$t\mu_1 H_B = \frac{m - n}{y} \quad (7)$$

Y находим y по следующей формуле:

$$Y = \frac{m - n}{\ln \frac{m(n - 1)}{n(m - 1)}} \quad (8)$$

Расчёт m и n производится с помощью уравнения, которое рассматривается ниже.

Таблица 1 - Определение поливной нормы и межполивного периода

$m-n$	n	m	Y	$t\mu_1 H_B$	%	$Z_H, мм$	$Z_k, мм$	$W_{полив}$	$T, сут$
0,01	0,495	0,505	0,2499	0,04	99,98	134,64	137,36	2,72	1,267

В приведенной ниже таблице, мы рассмотрим 2 случая - при непрерывной работе дождевальная машины (99,9%), а так же при периодических интервалах (94%). Затем проанализируем характеристики дождевальных машин отечественного и импортного производства и подберем подходящие для нашего случая.

$$m = n + 0,01$$

$$\frac{m - n}{m(n - 1)} - \frac{m - n}{n(n - 1)} = 0$$

$$\frac{n + 0,01 - n}{(n + 0,01)(n + 0,01 - 1)} = \frac{n + 0,01 - n}{n(n - 1)}$$

$$0,01(n^2 - n) = 0,01(n^2 - 0,98n - 0,099)$$

$$0,02n = 0,099$$

$$n = 0,495$$

$$Y = \frac{m - n}{\ln \frac{m(n-1)}{n(m-1)}}$$

$$Y = \frac{0,01}{\ln \frac{0,505(0,495 - 1)}{0,495(0,505 - 1)}} = \frac{0,01}{0,04} = 0,2499$$

$$t\mu_1 H_B = \frac{0,505 - 0,495}{0,2499} = 0,04$$

$$Z_H = n \cdot Z_n = 0,495 \cdot 272 = 134,64 \text{ мм}$$

$$Z_K = m \cdot Z_n = 0,505 \cdot 272 = 137,36 \text{ мм}$$

$$t = \frac{t\mu_1 H_B}{\mu_1 H_B} = \frac{0,04}{0,0355} = 1,267$$

Таблица 2 - Сводная расчетная таблица подбора оптимальных дождевальных машин

Z_0	Z_{∞}	$\mu_1 H_B$	$m-n$	m	n	$W_{\text{полюс}}$ мм	$t, \text{ч}$	%	ДДА - 100 МА		ДДН-70		ДДН-100		Вольжанка				
									л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч			
200	272	0,0355	0,01	0,505	0,495	2,72	30,408	99,9	2,72	14,9	2,72	7,18	2,72	4,654	2,72	7,66			
			0,4	0,7	0,3	108,8	1145,28	94,41	108,8	596,49	108,8	287,3	108,8	186,194	108,8	306,64			
<i>Valley</i>																			
Фрезат		Днепр		Ока		Баяэр		Т-Л		36,28 мм/ч		42,34 мм/ч		51,53 мм/ч		54,42 мм/ч		55,62 мм/ч	
л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч	л мм	ч
5,6	65	2,72	9,52	2,72	9,94	4,89	15,26	8,89	26,72	2,88	13,34	2,88	11,44	4,75	16,28	3,10	10,62	5,17	17,73
20	157,78	108,8	380,95	108,8	397,6	35	110,30	38,1	114,5	17,29	80,05	20,17	80,05	47,48	162,82	30,96	106,18	51,69	177,25

Вывод: Из данных таблицы видно, многие машины подходят по табличному значению времени. Если выбирать самую быструю машину, то это ДДН-100. Ближе всего к расчету приближена машина ДДА-100МА.

В целом, если рассматривать импортные машины, в первом случае они показывают среднее время на ровне с отечественными дождевальными машинами. В данном случае возможно использование зарубежных машин, но в экономическом плане они уступают.

Литература

1. Абрамов А.М., Ильин Н.И. Определение поливных норм с учетом интенсивности дождя // Гидротехника и мелиорация. 1985. № 5. С.30-31.
2. Багров М.Н., Кружилин И.Т. Прогрессивная технология орошения сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1980. 208 с.
3. Битюков К.К. Сохранение структуры почвы при орошении дождеванием // Гидротехника и мелиорация. 1950. № 5. С.24-34.
4. Нагибин Н.А. Анализ использования дождевальных машин «Фрегат» // Поливная техника в составе внутрихозяйственной оросительной сети: сб. науч. тр. / ВНПО «Радуга». Коломна, 1990. С.107-112.
5. Марквартде В.М., Волков В.Н. Дождевательные аппараты нового поколения // Мелиорация и водное хозяйство. 1994. № 2. С. 31.
6. Байдакова Е.В. Мероприятия, ускоряющие поверхностный, внутрепочвенный и грунтовый сток // Проблемы энергетики и природопользования вопросы безопасности жизнедеятельности и экологии сборник материалов международной научно-практической конференции / под ред. Л.М. Маркарянц. Брянск, 2010. С. 25-28.

УДК 631.438 (470.333)

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УГОДИЯ

Influence of radioactive contamination in Bryansk area on agricultural land

Поздняков Алексей Андреевич

Pozdnyakov A. A.

E-mail: brus6524@gmail.com

магистр 1 курса, кафедра природообустройства и водопользование
master of 1 course, Department of environmental engineering and water use

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Брянск, Россия 243345 Брянская область

Bryansk State Agrarian University

Реферат: Рассмотрены причины, а также в связи с тем, что на территории, пострадавшей от радиоактивного следа, наблюдалось частое изменение направления ветра в период выброса, последующее выпадение радиоактивных веществ на землю происходило весьма интенсивно. В некоторых районах модель загрязнения почвы и продуктов питания радиоактивностью оказалась весьма неравномерной из-за дождей.

Summary: *The reasons are considered, as well as due to the fact that in the territory affected by the radioactive trace, there was a frequent change in the direction of the wind during the release, the subsequent fall of radioactive substances on the ground was very intense. In some areas, the pattern of soil and food contamination by radioactivity has been very uneven due to rain.*

После Чернобыльской катастрофы на территории России радиоактивно загрязненными остаются тысячи гектаров земель. Отличительной особенностью Чернобыльской аварии была продолжительность ее активной фазы, которая длилась более 10 суток. Выброс радиоактивных веществ сопровождался сложной и необычной метеорологической ситуацией, которая обусловила глобальные масштабы катастрофы. Следует отметить особенности экологической природы, которые усугубили тяжесть техногенной катастрофы: выброс радиоактивных материалов в атмосферу состоял из газов, аэрозолей и мелкодисперсных частиц ядерного топлива, характеризовался большим объемом и широким ассортиментом существующих в реакторе радиоактивных продуктов. В связи с этими причинами, а также в связи с тем, что на территории, пострадавшей от радиоактивного следа, наблюдалось частое изменение направления ветра в период выброса, последующее выпадение радиоактивных веществ на землю происходило весьма интенсивно. В некоторых районах модель загрязнения почвы и продуктов питания радиоактивностью оказалась весьма неравномерной из-за дождей. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС и выпавшие радиоактивные осадки будут еще не одно десятилетие оказывать влияние на окружающую среду и здоровье населения.

В настоящее время на загрязнённой территории нашей страны проживает более 1,5 миллиона человек. Здесь выпало цезия-137 более 203 тыс. кюри. Из них более 71% приходится на территорию Брянской области. Из хозяйственного оборота этой области полностью выведено 35,1 тыс. га земли, в том числе 16 тыс. га пахотной. Из обследованных на данное время 468,7 тыс. гектаров почв сельскохозяйственных угодий юго-западной зоны Брянской области свыше 374 тыс. гектаров, или 80%, являются загрязненными различными радионуклидами. Процессы освобождения и самоочищения почв от радиоактивных веществ идут крайне медленно, обусловлено это тем, что загрязнение произошло в том числе и долгоживущими радионуклидами.

Сильному загрязнению на территории области были подвержены посевы гречихи и хмеля, поэтому они были полностью исключены из посевов. На территории области уменьшили площади посева зерновых и особенно зернобобовых культур, наиболее подверженных загрязнению при корневом поступлении радионуклидов. Одновременно увеличили посевы кормовых культур, особенно кукурузы, рапса и подсолнечника. Исследования, проведенные в реальных условиях загрязнения кормовых угодий после Чернобыльской катастрофы, показали, что поступление радиоактивного цезия в рационы животных и полученная от них продукция зависят от целого ряда факторов: типа кормовых угодий, рациона кормления и содержания животных. Эксперименты, проведенные на одной и той же разновидности почв (дерново-подзолистые супесчаные), показали, что накопление цезия-137 в кормах с естественного луга было в 2–18 раз выше, чем в кормовых культурах, выращенных на пашне. Это объясняется тем, что основное количество цезия-137 находится в слое почвы 5–6 см, сосредоточиваясь преимущественно в дернине. За прошедшие годы значительной, как вертикальной, так и горизонтальной, миграции радиоактивного цезия не произошло. Это обуславливает попадание радионуклидов в организм животных

при пастьбе, особенно при низком травостое. Поэтому большое внимание в области было уделено проведению коренного улучшения естественных кормовых угодий. При коренном улучшении загрязненный слой вместе с дерниной перемещался на глубину, и поступление цезия-137 в растения резко уменьшалось. Наибольшей способностью к накоплению радиоактивного цезия отличаются многолетние злаковые травы, наименьшей кукуруза и свекла кормовая.

На данный момент времени радиационная обстановка на сельскохозяйственных угодьях юго-западных районов области показывает, что проведение полного комплекса агрохимических восстановительных работ позволяет снизить риск радиационной опасности. Одними из задач является ведение повышения плодородия почв и сохранение положительного баланса питательных веществ. Применение комплекса агротехнических и агрохимических мероприятий за последние годы способствовало ограничению поступления радионуклидов из почвы в растения, получению продукции, соответствующей радиационным стандартам на некоторых загрязненных участках.

В результате радиационного загрязнения территории Брянской области сельскому хозяйству был нанесен значительный ущерб, который выражается в выведении из сельскохозяйственного оборота 35,1 тыс. га, в том числе 16 тыс. га пашни. Наиболее загрязненные радионуклидами почвы размещаются в юго-западных районах области: Новозыбковском, Гордеевском, Злынковском, Красногорском, Клинцовском, Стародубском, Климовском.

За 32 года, прошедших с момента аварии на ЧАЭС, уровень загрязнения почвы радионуклидами снизился в 2 раза. Процесс самоочищения почв проходит очень медленно. За 32 года очищение почв произошло на 15% загрязненной площади. Применение комплекса специальных агрохимических и агротехнических мероприятий позволяет ускорить процесс восстановления земель сельскохозяйственных угодий.

Литература

1. Байдакова Е.В., Байдаков Е.М. Цеолиты как средство очистки воды от радионуклидов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 1. С. 62-67.

2. Василенков В.Ф., Байдакова Е.В. Математическая модель передвижения радионуклидов в почве // Проблемы природообустройства и экологической безопасности: материалы XVI Межвузовской научно-практической конференции. Брянск, 2003. С. 55-57.

3. Байдакова Е.В. Моделирование процесса распределения Цезия-137 по территории // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2008. № 4. С. 128-133.

4. Василенков В.Ф., Василенков С.В. Удаление радиации в загрязненных цезием населенных пунктах // Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК VIII Международная научно-техническая конференция / под ред. Л.М. Маркарянц. Брянск, 2014. С. 66-77.

5. Кровопускова В.Н., Василенков В.Ф., Василенков С.В. Устройство для

определения уровня прозрачности воды: пат. 152969 RUS. 26.11.2014

6. Байдакова Е.В. Методика экспериментальных исследований распределение радионуклидов по территории // Проблемы энергетики, природопользования, экологии: материалы Международной научно-технической конференции. Брянск, 2008. С. 3-6.

7. Байдакова Е.В., Байдаков Е.М. Использование цеолитов для очистки воды от радионуклидов // Агроконсультант. 2011. № 1. С. 29-35.

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

**Сборник материалов
Международной научно-практической конференции
(24-25 апреля 2017 г.)**

Научный редактор Е.В. Байдакова

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 25.06.2018 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага печатная. Усл. п. л. 3,51. Тираж 25 экз. Изд. № 6126.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ