

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ИНЖЕНЕРНАЯ
ЭКОЛОГИЯ»**

В.И. Растягаев

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению практических работ
для бакалавров**

Направления 280700.62 Техносферная безопасность

Брянская область, 2015

УДК 504 (07)
ББК26.2:51.1 (2)2
Р 24

Растягаев В.И. Приборы контроля окружающей среды. Методические указания для практических работ. / В.И. Растягаев. - Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2015. – 48 с.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВПО, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.12.2009 г № 723.

Предназначено для студентов направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность очной и заочной форм обучения, слушателей факультета повышения квалификации и специалистов, занимающихся вопросами обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, а также – для магистров и аспирантов, соответственно направлений 20.04.01 и 20.06.01 Техносферная безопасность.

Рекомендован к изданию методической комиссией инженерно- технологического факультета БГАУ, протокол № 11 от 11.11. 2015 г.

Рецензент: к.т.н., доцент Широбокова О.Е.

© ФГОУ ВО «БГАУ», 2015.
© Растягаев В.И. 2015

Содержание

Введение.....	4
Практическое занятие 1. Средства выявления радиационной обстановки.....	5
Практическое занятие 2. Измерители мощности дозы.....	10
Практическое занятие 3. Универсальные радиометры.....	17
Практическое занятие 4. Спектрометры.....	23
Практическое занятие 5. Измерители дозы.....	27
Практическое занятие № 6. Средства индивидуального химического контроля.....	31
Практическое занятие № 7. Приборы химической разведки.....	32
Практическое занятие № 8. Автоматические приборы химической разведки.....	39
Практическое занятие № 9. Переносные химические лаборатории и пробоотборники.....	43
Список литературы.....	46

ВВЕДЕНИЕ

Население России живет в условиях постоянного воздействия чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного, техногенного, биолого-социального характера и нарастания угроз ЧС террористического характера.

Возрастание масштабов воздействия на население подтверждает и печальная статистика последних лет. Если учитывать жертвы террористических актов, военных конфликтов, пожаров и дорожно-транспортных происшествий, то в среднем Россия ежегодно теряет свыше 50 тыс. человеческих жизней, более 250 тысяч человек получают увечья.

Население и территория Земли с многочисленными объектами хозяйства подвержены негативным воздействиям, со стороны опасных природных и техногенных процессов (всего в мире насчитывается более 50 опасных природных процессов, из них в России около 30). Уровень изношенности производственной инфраструктуры в стране таков, что катастрофы и аварии стали нормой. Главный вывод многих оценок - общество превысило компенсаторные возможности природы, тот предел допустимых изменений, при которых сохраняется гомеостаз биосферы.

При возникновении чрезвычайных ситуаций радиационного, химического, биологического характера, а также, чрезвычайных ситуаций при применении вероятным противником оружия массового поражения, необходимы силы и средства для их ликвидации.

Практические занятия посвящены системе средств радиационной, химической и биологической защиты. На основе правил формальной логики, проведено обоснование структуры системы средств РХБ защиты, даны краткие сведения по теории дозиметрии, методам индикации химических веществ и специальной обработки.

Собран большой фактический материал по средствам, приборам и комплексам РХБ защиты, выпускаемым в Российской Федерации.

Практическое занятие 1

СРЕДСТВА ВЫЯВЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

Цель работы:

- ознакомление с задачами и составом системы средств выявления РХБ защиты;
- изучение методов регистрации ионизирующих излучений и детекторов излучений;
- приобрести практические навыки при работе с разными типами дозиметрических приборов.

Задачи и состав системы средств выявления РХБ обстановки

Средства выявления радиационной, химической и биологической обстановки должны обеспечивать решение трех задач:

1. Установление наличия радиоактивного загрязнения, своевременное установление факта возникновения очага химического и биологического заражения и определения степени его опасности с целью оповещения и принятия необходимых мер защиты.
2. Выявление масштабов, и установление основных параметров РХБ заражения с целью подготовки обоснованных решений.
3. Контроль облучения людей, контроль радиоактивного, химического и биологического загрязнения различных объектов, воды, продовольствия и других материальных средств.

Средства выявления радиационной, химической и биологической обстановки включают:

- приборы выявления радиационной обстановки;
- средства выявления химической и биологической обстановки;
- комплексы выявления РХБ обстановки;
- средства сбора и обработки данных о РХБ обстановке.

Приборы выявления радиационной обстановки можно разделить на:

- измерители мощности дозы;
- поисковые приборы;
- универсальные радиометры;
- спектрометры;
- измерители дозы (приборы дозиметрического контроля).

Средства выявления химической и биологической обстановки включают:

- средства индивидуального химического контроля,

- приборы химической разведки;
- автоматические приборы химической разведки;
- переносные химические лаборатории и пробоотборники.

Комплексы выявления РХБ обстановки можно разделить на:

- автомобильные комплексы РХБ разведки,
- автомобильные комплексы лабораторного контроля,
- воздушные и морские комплексы РХБ разведки,
- стационарные комплексы РХБ разведки и контроля.

Средства сбора и обработки данных о РХБ обстановке включают:

- комплекты средств малой механизации;
- автомобильные комплексы сбора и обработки данных;
- метеокомплекты.

Методы регистрации ионизирующих излучений

При прохождении излучения с энергией до нескольких МэВ через вещество детектора возможно взаимодействие с атомными электронами, электрическим полем ядра и с ядерным полем нуклонов ядра.

Следствием этих взаимодействий может явиться упругое и неупругое рассеяние частицы и ее поглощение.

При этом в веществе детектора может произойти:

- ионизация атомов и молекул с нарушением химических связей;
- возбуждение атомов и молекул;
- ядерные реакции, приводящие к изменению химического состава и возможному появлению радиоактивных изотопов;
- радиационные дефекты в кристаллических решетках и т.д.

В зависимости от того, какое физико-химическое явление, происходящее в среде под действием ионизирующего излучения, регистрируется.

Различают:

- ионизационный,
- химический сцинтилляционный,
- фотографический и другие методы измерения ионизирующих излучений.

Ионизационный метод. Сущность ионизационного метода измерения заключается в том, что под воздействием ионизирующих излучений в среде происходит ионизация молекул, в результате чего электропроводность этой среды увеличивается. Если в нее поместить два электрода, к которым приложено постоянное напряжение, то между электродами возникает направленное движение ионов, т.е. происходит так называемый ионизационный ток, который легко может быть измерен. К детекторам, основанным на ионизационном методе, отно-

сятся ионизационные камеры и газоразрядные счетчики различных типов.

Ионизационный метод положен в основу принципа работы таких дозиметрических приборов, как ДП-5А (Б), ДП-3Б, ДП-22В и ИД-1.

Химический метод. Сущность химического метода измерения состоит в том, что молекулы некоторых веществ в результате воздействия ионизирующих излучений распадаются, образуя новые химические соединения. Количество вновь образованных веществ можно определить различными способами. Наиболее удобным для этого является способ, основанный на изменении плотности окраски реактива, с которым вновь образованное химическое соединение вступает в реакцию. На этом методе основан принцип работы химического дозиметра гамма- и нейтронного излучения ДП-70 МП.

Сцинтилляционный метод. Сущность сцинтилляционного метода измерения состоит в том, что некоторые вещества (сернистый цинк, йодистый натрий, вольфрамат кальция и др.) светятся при воздействии на них ионизирующих излучений. Возникновение свечения является следствием возбуждения атомов под действием излучения: при возвращении в основное состояние атомы испускают фотоны видимого света различной яркости (сцинтилляции). Фотоны видимого света улавливаются специальным прибором - так называемым фотоэлектронным умножителем, способным регистрировать каждую вспышку.

В основу работы индивидуального измерителя дозы ИД-11 положен сцинтилляционный метод обнаружения ионизирующих излучений.

Фотографический метод основан на степени почернения фотоэмульсии. Под воздействием ИИ молекулы бромистого серебра, содержащегося в фотоэмульсии, разлагаются на серебро и бром. При этом образуются мельчайшие кристаллики серебра, которые и вызывают почернение пленки при ее проявлении. Плотность почернения пропорциональна поглощенной энергии излучения.

На основе рассмотренных и других методов разработано и продолжает совершенствоваться значительное количество приборов радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля.

Типы дозиметрических приборов и требования к ним

Типы дозиметрических приборов по функциональному назначению

Средства, используемые для измерения или контроля ионизирующих излучений, делятся на дозиметрические, радиометрические, спектрометрические, многоцелевые (универсальные) приборы и блоки детектирования.

Схематично деление дозиметрических приборов по функциональному назначению показано в табл. 1.

Таблица 1 - Деление дозиметрических приборов по функциональному назначению

Характеристики источника ионизирующего излучения			
Спектр	Активность	Мощность дозы излучения	Доза излучения
(МэВ, РН)	(Б к, Ки)	(Р/ч, рад/ч. бэр/ч, Гр/с. Зв/с)	(Р, рад, бэр, Гр. Зв)
Спектрометр	Радиометр	Измеритель мощности дозы	Измеритель дозы
Универсальный радиометр		Дозиметр	
Универсальный радиометр			

Дозиметры - приборы, измеряющие экспозиционную или поглощенную дозу излучения или мощность этих доз, интенсивность излучения, перенос энергии или передачи энергии объекту, находящемуся в поле излучений.

Радиометры - приборы, измеряющие излучения для получения информации об активности нуклида в радиоактивном источнике, удельной, объемной активности, потоке ионизирующих частиц или квантов, радиоактивном загрязнении поверхностей, флюенсе ионизирующих частиц.

Спектрометры - приборы, измеряющие распределение ионизирующих излучений по энергии, времени, массе и заряду элементарных частиц и т.д.; по одному и более параметрам, характеризующим поля ионизирующих излучений.

Универсальные приборы совмещают функции дозиметра и радиометра, радиометра и спектрометра.

Блоки детектирования представляют собой конструктивные объединения детектора излучения, электронных устройств, выполняющих

функции преобразования, усиления, дискриминации, формирования сигнала детектора и согласования выхода блока детектирования или непосредственно детектора с волновым сопротивлением линии связи.

Типы дозиметрических приборов по способу детектирования

Приборы с газоразрядными счетчиками. В этих приборах в качестве детектора используются газоразрядные счетчики (счетчики Гейгера-Мюллера). Эти детекторы компактны, относительно недороги и надежны в эксплуатации. Для регистрации гамма-излучения, в диапазоне энергии начиная от 60 кэВ, наиболее широко используются счетчики типа СБМ-20 для мощностей доз до 2 м-Зв/ч и типа СИ-34Г, СИ- 41Г для больших мощностей доз.

К недостаткам счетчиков относится их малая чувствительность.

Чувствительность детектора характеризуется величиной (имп/с)/(мкЗв/ч) или имп/мкЗв (мкР), т.е. число импульсов в единицу времени регистрируемых

детектором на единицу мощности дозы. Для счетчика СБМ-20 эта величина равна 70 имп/мкР, т.е. при фоне 10 мкР/ч счетчик регистрирует 0,2 импульса в секунду.

Для увеличения чувствительности в дозиметрах применяют несколько счетчиков, например в дозиметре ДРГ-01Т используются 4 счетчика СБМ-20 и 2 счетчика СИ-34Г. Из-за малой чувствительности в приборах со счетчиками устанавливаются большое время измерения (несколько десятков секунд) для уменьшения статистической погрешности результатов измерения. Для выравнивания энергетической зависимости чувствительности и достижения необходимой радиационной толщины в дозиметрах применяют фильтры из тонких свинцовых пластин.

Сцинтилляционные приборы. В дозиметрах этого типа используются блоки детектирования из органических (стильбен) или неорганических (NaI, CsI) кристаллов с фотоэлектронным умножителем. К числу дозиметров гамма-излучения со сцинтилляционными детекторами относятся ДКС-96Г, ДКС-90У и ДКС-90Н, приборы серии EL (EL-1101, - 1119, -1117), приборы ДРГЗ-ОЗ, ДРГ-05М, МКС-04.

Стоимость таких блоков детектирования намного выше, чем счетчиков, но шире область применения и чувствительность. Например, чувствительность СРП-88Н, где применяется сцинтиллятор NaI размером 25x40мм, составляет 18000 имп/мкР, а нового прибора ДКС-96В со сцинтиллятором NaI 63x63 - 108000 имп/мкР.

Применяя разные сцинтилляторы, удается расширить энергетический диапазон таких приборов, нижняя граница диапазона приборов ДРГЗ-01,-02,-03 и ДРГ-05М1 составляла 20 кэВ, а ДКС-90 и ДКС-96Г составляет 15 кэВ. Применение сцинтиллятора с бериллиевым окном позволяет прибору EL-1103 регистрировать рентгеновское излучение с энергией от 5 кэВ.

Приборы с ионизационными камерами. Ионизационные камеры мало применялись в качестве блоков детектирования в отечественном приборостроении. Если в приборах сцинтилляционных и приборах со счетчиками регистрируются импульсы, то в приборах с камерами измеряется возникающий в камере под действием ионизирующего излучения ток. Измерение дозиметрических характеристик поля в широком диапазоне мощностей доз предъявляет жесткие требования к электрометрическому блоку, величине утечки, разъемам, размерам камер, что отражается, в конечном счете, на стоимости прибора.

В России выпускаются такие приборы с ионизационными камерами как ДКС-05 и ДРК-1. Персональные дозиметры для измерения индивидуальных доз с ионизационными камерами ДК-02, ДП-22В, ДП-24 имеют большую утечку и используются как приборы индикаторного типа.

Приборы с кремниевыми полупроводниковыми детекторами

Кремниевые детекторы стали использоваться в дозиметрах лишь недавно с появлением новых малошумящих детекторов. Они позволяют регистрировать рентгеновское и гамма-излучение в широком диапазоне энергии и мощностей доз. Они в основном используются для индивидуальной дозиметрии, т.к. имеют большую анизотропию, малую чувствительность. В России производится персональный дозиметр рентгеновского излучения с кремниевым полупроводниковым детектором ДКР-04.

Термолюминесцентные, фотометрические и радиофотолюминесцентные дозиметры.

Эти приборы применяются для индивидуальной дозиметрии. В Госреестр внесены термолюминесцентные дозиметры (ТЛД), системы, включающие в себя сами дозиметры и считывающие устройства: КДТ-02М, ДТУ-01, ТДК-01Ц, ТДК-02Ц, АКИД-201, Сапфир-001.

Радиофотолюминесцентные дозиметры и дозиметры фотоконтроля представлены системой Флюорад ДРГ-711 иДФК-2.1.

Контрольные вопросы

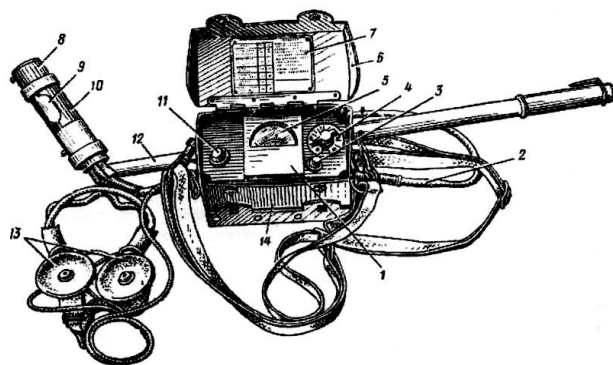
1. Задачи и состав системы средств выявления РХБ защиты.
2. Методы регистрации ионизирующих излучений.
3. Детекторы излучений.
4. Типы дозиметрических приборов и требования к ним.
5. Типы дозиметрических приборов по функциональному назначению.
6. Типы дозиметрических приборов по способу детектирования

Практическое занятие 2

Измерители мощности дозы

1. Измеритель мощности дозы ДП-5В

Измеритель мощности дозы ДП-5В (рис. 1) предназначен для измерения уровней гамма-радиации и радиоактивной зараженности различных объектов по гамма-излучению. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения определяется в миллирентгенах или рентгенах час (мР/ч, Р/ч) для той точки пространства, в которой помещен при измерениях зонд прибора. Также этим прибором можно обнаружить бета-зараженность.



1 – измерительный пульт; 2 – соединительный кабель; 3 – кнопка сброса показаний; 4 – переключатель поддиапазонов; 5 – микроамперметр; 6 – крышка футляра прибора; 7 – таблица допустимых значений заражения объектов; 8 – блок детектирования; 9 – поворотный экран; 10 – контрольный источник; 11 – тумблер подсвета шкалы микроамперметра; 12 – удлинительная штанга; 13 – головные телефоны; 14 – футляр

Рисунок 1- Измеритель мощности дозы ДП-5В

Основные технические данные прибора ДП-5В: диапазон измерения по гамма-излучению от 50 мкР/ч до 200 Р/ч в диапазоне энергий от 0,084 до 1,25 МэВ. Прибор имеет шесть поддиапазонов измерений.

При измерении мощностей доз гамма-излучения или суммарного бета- и гамма-излучения в пределах от 50 мкР/ч до 5 Р/ч отсчет ведется по верхней шкале (0-5) с последующим умножением на соответствующий коэффициент поддиапазона, а отсчет мощностей доз от 5 до 200 Р/ч – по нижней шкале (5...200).

Прибор имеет звуковую индикацию на всех поддиапазонах, кроме первого. Звуковая индикация прослушивается с помощью головных телефонов, которые присоединяют к измерителю мощности дозы. При обнаружении радиоактивного заражения в телефонах прослушиваются щелчки, причем их частота увеличивается с увеличением мощности гамма-излучений.

Прибор работает в интервале температур воздуха от -50 до $+50$ °С при относительной влажности $65 \pm 15\%$. При температуре $+20$ °С допустима более высокая относительная влажность – до 98%.

Питание осуществляется от двух элементов типа КБ-1, обеспечивающих непрерывную работу в нормальных условиях в течение 40 ч. Для работы в темноте шкалы прибора отсвечиваются. При необходимости для питания прибора можно использовать внешние источники постоянного тока напряжением 3,6 и 12 В. Для подключения их к приборам в комплекте имеется делитель напряжения.

Масса прибора с элементами питания около 3,2 кг, а полного комплекта в укладочном ящике – 8,2 кг.

2. Измеритель мощности дозы ИМД-5

Прибор ИМД-5 обеспечивает измерение мощности поглощенной дозы гамма-излучения, а также индикацию плотности потока бета-излучения.

Диапазон измерений гамма-излучений разбит на 6 поддиапазонов, бета-излучения – на 3 поддиапазона (табл. 2). Характеристики прибора приведены в табл. 3.

ИМД-5 состоит из измерительного пульта и блока детектирования, соединенных кабелем длиной 1,2 м. Пульт состоит из кожуха, основания, шасси, двух плат, крышки и выносного блока питания.

На лицевой панели кожуха находятся кнопки подсвета шкалы микроамперметра и сброса показаний, переключатель на 9 поддиапазонов. В основании имеется отсек для размещения выносного блока питания с двумя элементами А-343.

Блок детектирования цилиндрической формы, герметичен, сохраняет работоспособность при погружении в воду на глубину до 1 м. В нем расположена плата с газоразрядными счетчиками и другим элементами схемы. Снабжен поворотным механизмом, что позволяет фиксировать его в положениях бета, гамма и дельта. При бета – окно в его корпусе открывается, при гамма – закрыто экраном. В положении дельта – против окна устанавливается контрольный источник типа Б-8.

Газоразрядные счетчики под воздействием бета-частиц или гамма-квантов выдают электрические импульсы, которые поступают на вход усилителя-нормализатора. Интегрирующий контур усредняет ток импульсов так, что он становится пропорционален средней мощности поглощенной дозы гамма-, бета-излучения и регистрируется микроамперметром.

Таблица 2 - Поддиапазоны прибора ИМД-5

Поддиапазон	Положение ручки переключателя	Шкала приборов	Единица измерения	Пределы измерения
1	200	0-200	рад/ч	5...200
2	×1000	0-5	мрад/ч	500...5000
3	×100	0-5	мрад/ч	50... 500
4	×10	0-5	мрад/ч	5...50
5	×1	0-5	мрад/ч	0,5...5
6	×0,1	0-5	мрад/ч	0,05...0,5
4	×10 ⁴	0-5	част/(мин×см ²)	5000-50000
5	×10 ³	0-5	част/мин×см ²)	500-5000
6	×10 ²	0-5	част/(мин×см ²)	50-500

Таблица 3 - Характеристики прибора ИМД-5

Характеристика	Значение
Диапазон измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения	50 мкрад/ч...200 рад/ч
Диапазон энергии	0,084...1,25 МэВ
Диапазон измерения плотности потока бета-излучения	50...50 тыс.част/(мин-см ²)
Основная относительная погрешность	±30%
Время измерения не превышает: на 1-м и 2-м поддиапазонах	30 с
на остальных	45 с
Диапазон рабочих температур	-50...+50 °С
Относительная влажность при +25 °С	100%
Питание	2 элемента А343 (3 В)
Время непрерывной работы	100 ч
	Габаритные размеры, мм:
Пульт	172×102×116
Блок детектирования	46×170
Масса прибора	3,5 кг

Дозиметр ДБГ-06Т

Дозиметр ДБГ-06Т предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы окружающей среды и мощности экспозиционной дозы фотонного излучения с цифровой индикацией показаний на рабочих местах, в смежных помещениях территории предприятий, использующих радиоактивные вещества и другие ИИИ, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения. Кроме того, может быть использован для контроля эффективности биологической защиты, радиационных упаковок и радиоактивных отходов, а также населением для самостоятельной оценки радиационной обстановки. Дозиметр обеспечивает измерение в интервале энергии фотонов от 0,05 до 3 МэВ в двух режимах работы – поиск и измерение.

Дозиметр ДБГ-06Т предназначен для измерения мощности эквивалентной и экспозиционной доз фотонного излучения. Контроль упаковок радиоактивных отходов.

Для работников служб РБ, СЭС, МЧС.

Характеристики прибора приведены в табл. 4

Таблица 4- Тактико-технические характеристики

Параметр	Поиск	Измерение
Диапазон измерения МЭД	1,0...999,9 мкЗв/ч	0,1...99,99 мкЗв/ч
Диапазон измерения мощности экспозиционной дозы	0,10...99,99 мР/ч	0,01...9,999 мР/ч
Время измерения	4 с	40 с
Предел допускаемой основной погрешности измерения	±15%	±30%
Дополнительная погрешность в рабочих условиях от изменения температуры на 10 °С	не более +3 %	
Диапазон рабочих температур	-10...+40 °С	
Относительная влажность	до 90 %	
Атмосферное давление	84...106,7 кПа	
Источник питания	гальванический элемент типа «Корунд»	
Расчетная наработка на отказ	не менее 4 тыс. ч	
Средний срок службы	не менее 6 лет	
Габаритные размеры	165x85x50 мм	
Масса	60 г	

Потребление тока при значениях уровней мощности дозы в пределах 75 % максимального значения обеспечивает непрерывную работу дозиметра в течение не менее 8 ч. При уровнях мощности дозы, не превышающих 0,5 мкЗв/ч (50 мкР/ч), прибор допускает непрерывную работу в течение не менее 100 ч.

Нормальное рабочее положение дозиметра, соответствующее максимальной чувствительности, это когда направление излучения перпендикулярно плоскости расположения детектора. При изменении угла падения потока излучения до ±60 градусов относительно направления максимальной чувствительности отклонение истинного значения не будет превышать +50 %. Предельно допустимое облучение дозиметра соответствует мощности дозы 100 мЗв/ч (10 Р/ч), при этом на любом режиме работы на шкале цифрового индикатора отображается переполнение (высвечивается символ «П»).

Общее устройство. Дозиметр выполнен из ударопрочного пластика прямоугольной формы. Крышка и корпус соединены тремя винтами. Внутри корпуса расположены три платы печатного монтажа с деталями электронной схемы: индикации, управления, детекторов.

На лицевой панели корпуса расположены: табло ЖКИ, ручки переключателя диапазонов и включения дозиметра: мР/ч, мкЗв/ч, «ВЫКЛ»; переключателя режимов работы «Измер.» «Поиск», «Конт.»; кнопки сброса показаний «СБРОС» и подсветки шкалы индикатора. На боковой поверхности корпуса

имеется паз для доступа к регулировочному потенциометру, закрываемый планкой. В отдельном отсеке размещается батарея питания.

Геометрический центр детекторов отмечен вертикальной и горизонтальной рисками на крышке дозиметра.

Регистрация уровней мощности эквивалентной и экспозиционной дозы осуществляется двумя отдельными группами газоразрядных счетчиков с различными корректирующими фильтрами. Каждая включает два газоразрядных счетчика СБМ-20.

Принцип действия. Фотонное излучение, воздействуя на газоразрядные счетчики, вызывает появление в них электрических импульсов тока, которые поступают на входной каскад, он преобразует импульсы тока в импульсы напряжения, которые через контакты режимов работы («Измер» – «Поиск») поступают на вход делителя частоты, затем в детекторы, а с них в устройство индикации для дальнейшей обработки.

До начала работы в отсек питания устанавливают батарею «Корунд». Затем включают дозиметр, установив переключатель диапазона в одно из положений: мР/ч или мкЗв/ч, а переключатель режима работы – в положение «КОНТР». Чтобы сбросить показания, нажимают кнопку «СБРОС». На цифровом табло должно устойчиво отображаться число 0515 (без учета запятых). Прибор готов к работе.

Измеритель мощности дозы ИМД-21

Измеритель мощности дозы ИМД-21 предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения. Диапазон измерений от 1 Р/ч до 10000 Р/ч с погрешностью $\pm 20\%$. Имеет в комплекте датчик и измерительный пульт, соединенные кабелем. Прибор выпускается в двух вариантах: ИМД-21С – стационарный и ИМД-21Б – бортовой.

Прибор ИМД-21С используется в убежищах, где размещается защищенный пункт управления. Датчик прибора устанавливается снаружи убежища, защищается от воздействия ударной волны и соединяется с измерительным пультом, размещенным внутри убежища, кабелем длиной 200 м.

Прибор ИМД-21Б используется для измерения уровней радиации на транспортных средствах. Оба варианта прибора ИМД-21 предназначены для определения мощности дозы гамма-излучения при радиоактивном заражении в военное время.

Питание приборов: ИМД-21С – от электрической сети убежища, ИМД-21Б – от аккумуляторов транспортных средств.

Многофункциональный дозиметр гамма-излучения ДКГ-01Д «ГАРАНТ» («СТАЛКЕР»)

Дозиметр ДКГ-01 «Сталкер» описывается как дозиметр, который определяет и фиксирует координаты точки измерения мощности дозы гамма-излучения при гамма-съемке. Измерение мощности дозы в определенной точке при гамма-съемке проводится на высоте 1 м, а координаты точки измерения фиксируются ДКГ-01 «Сталкер» с точностью (СКО) 50 м. Энергетический диапазон дозиметра S-2010 указан от 4 кэВ, хотя реальный нижний предел измерения мощности дозы в реальном поле рентгеновского излучения у прибора начинается от 14 кэВ.

Дозиметр способен заменить многие приборы, выполненные на газоразрядных счетчиках. ДКГ-01Д измеряет мощность дозы в более широком диапазоне мощностей доз, чем ДРГ-01Т. ДКГ-01Д измеряет дозу, полученную оператором и информирует об интенсивности гамма-излучения звуковым сигналом как ДКС-04, но при этом имеет более высокую чувствительность. ДКГ-01Д, как УИМ-2, включает тревожную сигнализацию при превышении установленных порогов по мощности дозы гамма излучения в помещении, где ведутся работы с радиоактивными источниками и установками. Прибор имеет стандартный интерфейс связи с ПЭВМ. Он может использоваться для поиска источников в аварийных ситуациях, измерения мощности дозы в труднодоступных местах и для обследования грузов, транспорта, территорий. И, наконец, ДКГ-01Д может использоваться в качестве монитора гамма-излучения в помещениях и в уличных условиях. Он может накапливать до 1000 результатов измерений, проводимых через установленное время, как прибор «Гамма-трейсер» фирмы «Genitron» (Германия), но при этом стоит значительно дешевле.

Назначение:

- измерение мощности дозы гамма-излучения в широком диапазоне;
- измерение эквивалентной дозы гамма-излучения, полученного оператором;
- контроль интегральной дозы населения при радиационно-гигиеническом мониторинге;
- сигнализация о превышении заданной мощности дозы гамма-излучения;
- непрерывный мониторинг радиационной обстановки помещений, предприятий и территорий;
- контроль перемещения радиоактивных источников по транспортным коммуникациям (установка «черный ящик»).

Особенности:

- работа в режимах:
- переносного дозиметра;
- блока детектирования системы радиационного контроля с тревожной сигнализацией;
- детектора компьютерной системы радиационного контроля;
- хранение в памяти прибора до 1000 результатов измерения;
- интерфейс для передачи хранимой информации в ПЭВМ;
- комплектация прибора в зависимости от задач конкретного потребителя;
- эксплуатация в жестких условиях: $-40...+50$ °С, 100% влажности.

Технические характеристики.

Детекторами являются газоразрядные счетчики. Диапазон энергий гамма-излучения 0,05...3,0 МэВ. Диапазон измерения:

- мощности экспозиционной дозы гамма-излучения $0,1...3 \cdot 10^6$ мкЗв/ч.
- экспозиционной дозы гамма-излучения $1,0...3 \cdot 10$ мкЗв.

Вывод информации: цифровая индикация; звуковая сигнализация; интерфейс RS-232.

Емкость запоминающего устройства результатов – 1000.

Устанавливаемые циклы измерений – 1...9999 с.

Рабочая температура, °С: $-20...+50$ ($-40...+50$ без индикации).

Корпус герметичный, водозащищенный и ударопрочный.

Питание: блок сменных батарей 6 В.

Время работы с комплектом батарей не менее 100 ч.

Масса прибора не более 0,4 кг.

Практическое занятие 3 Универсальные радиометры

1. Универсальный радиометр ИМД-12

Измеритель универсальный ИМД-12 предназначен для измерения:

- мощности экспозиционной дозы гамма-излучения;
- внешнего бета излучения с единицы поверхности;
- удельной альфа и бета активности продовольствия, воды и фуража.

Прибор измеряет:

1. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения от 10 мкР/ч до 1000 Р/ч.
2. Внешнее бета-излучение от $5 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^6$ частиц/(см²·мин).
3. Удельную активность бета-радионуклидов от 10^{-6} до 10^{-3} Ки/кг.
4. Удельную альфа-активность радионуклидов плутония-239 от 10^{-4} до 10^{-1} Ки/кг.

Измеритель ИМД-12 состоит из измерительного пульта ИМД-12-1, блоков детектирования ИМД-12-2, ИМД-12-3, ИМД-12-4, ИМД-12-5 и блока питания ИМД-12-6.

Измерительный пульт включает: таймер, счетные декады, узел автоматики, оперативную память, дешифратор, цифровые индикаторы.

Блок детектирования ИМД-12-2 с детекторами СБМ-20 и СИ-38Г предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения от 50 мкР/ч до 1000 Р/ч в диапазоне энергий 0,08...3,00 МэВ.

Блок детектирования ИМД-12-3 с детектором СБМ-19 предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения от 10 до 3000 мкР/ч в диапазоне энергий 0,08...3,00 МэВ.

Состав прибора ИМД-12:

- Пульт измерительный ИМД-12-1;
- Блок детектирования ИМД-12-2;
- Блок детектирования ИМД-12-3;
- Блок детектирования ИМД-12-4;
- Блок детектирования ИМД-12-5;
- Блок питания ИМД-12-6;
- Блок питания ИМД-12-7;
- Штанга;
- Устройство переходное.

Блок детектирования ИМД-12-4 с детектором ФЭУ-148 + пластмассовый сцинтиллятор предназначен для измерения плотности потока бета-частиц от $5 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^6$ бета-частиц/(см²·мин) в интервале граничных энергий 0,16...2,5 МэВ.

Блок детектирования ИМД-12-5 с детектором ФЭУ-110 + пластмассовый сцинтиллятор предназначен для измерения:

–удельной бета-активности воды, пищевых продуктов и фуража от 10^{-6} до 10^{-3} Ки/кг в интервале граничных энергий 0,16...2,5 МэВ:

–удельной альфа-активность радионуклидов плутония-239 от 10^{-4} до 10^{-1} Ки/кг.

Характеристики блоков детектирования представлены в табл. 5 и табл. 6

Таблица 5 - Характеристика блоков детектирования

Тип блока детектирования	Тип детектора и вид излучения		Единицы измерения	Диапазон индикации	Диапазон измерения
ИМД-12-3	СБМ-19	гамма	мкР/ч	$1...10^4$	10...3000
ИМД-12-2	СБМ-20	гамма	мР/ч	$10^{-2}...100$	0,05...100
	СИ-38Г	гамма	Р/ч	$10^2...10^3$	0,1...1000
ИМД-124	ФЭУ-148 + пластмассовый сцинтиллятор	бета	$\frac{\text{част}}{\text{см}^2 \times \text{мин}}$	$10^{-3}...10^7$	$5 \times 10^3 ..5 \times 10^3$
ИМД-12-5	ФЭУ-110 + пластмассовый сцинтиллятор	бета	Ки/кг	$10^{-6}...10^3$	$10^6...10^{-3}$
		альфа	Ки/кг	$10^4...10^{-1}$	$10^{-4}....10^{-1}$

Таблица 6 - Технические характеристики ИМД-12

Параметр	Значение
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения	$\pm 25\%$
Погрешность измерения удельной активности раствора Рн-239	не более $\pm 80\%$
Время установления рабочего режима	не более 2 мин
Время непрерывной работы от комплекта батарей:	
по альфа- и бета-излучениям	50 ч
по гамма-излучению	100 ч
Габаритные размеры, мм (Масса, кг):	
Пульт измерительный ИМД-12-1	203×185×85(1,5)
Блоки детектирования: ИМД-12-2	78×80×105 (1,0)
ИМД-12-3	78×80×275 (0,9)
ИМД-12-4	диаметр 68×10 (1,55)
Измеритель датчиков при воздействии вибраций и механических ударов работает при пониженном давлении	до 450 мм рт. ст.
Диапазон рабочих температур	минус 50...+50 °С

Бета-радиометр РУБ-01П «Бересклет»

Бета-радиометр РУБ-01П предназначен для измерения удельной и объемной активности бета-излучающих радионуклидов в воде, продуктах питания, продуктах растениеводства и животноводства методом «прямого измерения».

Тактико-технические характеристики представлены в табл. 7.

Таблица 7- Тактико-технические характеристики

Характеристики	Значения
Диапазон измерения: Вода	$1,9-3,7 \cdot 10^6$ Бк/л ($5 \times 10^{-11} ... 10^{-6}$ Ки/л)
Газ	$3,7 \times 10^6$ Бк/л ($1 \times 10^{-10} ... 1 \times 10^{-7}$ Ки/л)
Молоко, кефир, сыпучие пробы	$3,7 \times 10^6$ Бк/л ($1 \times 10^{-10} ... 1 \times 10^{-6}$ Ки/л)

Таблетированные пробы	$2 \times 10^{-1} \dots 3,7 \times 10^3$ Бк ($5 \times 10^{-12} \dots 1 \times 10^{-7}$ Ки)
Основная погрешность	не более +50 %
Время непрерывной работы	24 ч
Время измерения в нижней точке диапазона измерения	не более 1800 с
Питание	от сети 220 В (50 Гц) или элементов 373

Принцип действия основан на измерении числа сцинтилляции вызываемых бета-частицами в чувствительном объеме детектора.

Пять модификаций радиометров в зависимости от применяемого блока детектирования измеряют удельную и объемную активности проб, приготовленных методами радиохимического выделения концентрирования, а также активность образцовых источников. Радиометры могут работать совместно с программируемым микро калькулятором «Электроника МК-64», входящим в комплект поставки, что позволяет определить активность проб по любому нуклиду без затрат времени на математические расчеты. Радиометры имеют выход на ЦПУ типа УВВПЧ-30-004 для фиксации показаний на ленте цифрпечати. В комплект поставки включается набор инструментов и принадлежностей, позволяющих быстро и эффективно отобрать и приготовить пробу для проверки.

3. Универсальный радиометр-дозиметр МКС-01Р

Универсальный радиометр-дозиметр МКС-01Р предназначен для измерения степени загрязненности поверхности альфа и бета-активными веществами (плотности потока и флюенса), экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы рентгеновского, гамма- и нейтронного излучений, а также плотности потока и флюенса тепловых, быстрых и промежуточных нейтронов.

В зависимости от подключения блока детектирования радиометр дозиметр измеряет ИИ, вид, диапазон измеряемой величины и энергетический диапазон, которые указаны в табл. 8.

Таблица 8- Тактико-технические характеристики

Вид ИИ, измеряемая величина, единица измерения	Диапазон измерения	Энергетический диапазон, МэВ	Тип блока детектирования
Альфа-излучение (Pu-239)			
Плотность потока, $\text{мин}^{-1} \text{см}^{-2}$	$1 \dots 3 \cdot 10^4$		БДКА-01Р
Флюенс, см^2	$10 \dots 10^5$		
Бета-излучение			
Плотность потока, $\text{мин}^{-1} \text{см}^{-2}$	$1 \dots 10^5$	0,3...3	БДКБ-01Р
Флюенс, см^2	$10 \dots 10^5$	0,3...3	

Рентгеновское и гамма-излучения			
Мощность экспозиционной дозы, мкЗв/ч	$10^{-2} \dots 3 \cdot 10^3$	0,10...1,25	БДКБ-01Р
	$1 \dots 10^4$	0,04...10	БДКБ-02Р
Эквивалентная доза, мкЗв	$10 \dots 10^5$	0,04...10	БДКГ-02Р
	$1 \dots 10^4$	0,10...1,25	БДКБ-01Р
Нейтронное излучение			
Мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч	$1 \dots 10^4$	$10^{-3} \dots 14$	БДКН-03Р
	$10 \dots 10^5$		
Плотность потока тепловых нейтронов, $\text{с}^{-1} \times \text{см}^{-2}$	$1 \dots 3 \cdot 10^4$	0,025 эВ	БДКН-03Р без замедлителя
Флюенс тепловых нейтронов, см^{-2}	$10^2 \dots 10^5$		
Плотность потока промежуточных и быстрых нейтронов $\text{с}^{-1} \times \text{см}^{-2}$	$1 \dots 3 \cdot 10^4$	0,10...1,25	БДКБ-01Р
	Флюенс промежуточных и быстрых нейтронов, см^{-2}		

Время работы радиометра-дозиметра с аккумуляторной батареей без перезарядки не менее 12 ч.

Составные части прибора: Пульт регистрации УН-503, Блоки детектирования БДКА-013, БДКБ-01Р, БДКГ-02Р, БДКН-01Р, БДКН-03Р, БДКН-03Р (без замедлителя), раздвижная штанга, Устройство зарядки аккумуляторов.

Принцип действия и конструкция. Измерение различных видов излучения осуществляется с помощью шести сменных сцинтилляционных блоков детектирования число импульсов с которых пропорционально измеряемой величине.

Импульсы с блоков детектирования поступают на пульт регистрации радиометра-дозиметра, где производится измерение их числа в единицу времени (т.е. измеряется МЭД излучения или плотной потока частиц) либо числа импульсов за время измерения (т.е. измеряется ЭД или флюенс частиц).

На лицевой панели пульта регистрации расположены световые индикаторы, указывающие разряд аккумуляторной бата реи и начало-конец каждого цикла измерения.

Все блоки детектирования настроены на основе фотоумножителя типа ФЭУ-85А и могут крепиться в специальной раздвижной штанге, позволяющей в ряде случаев облегчить проведение измерений.

Радиометр-дозиметр работает от автономного источника питания (аккумуляторы НКГЦ-1Д).

4. Радиометр-дозиметр «Инспектор» МКС-05Н

Портативный радиометр-дозиметр МКС-05Н (три прибора в одном) предназначен для:

–измерения МЭД гамма-излучения в пределах 0,1...1000 мкЗв/ч в диапазоне энергий 30 кэВ – 3 МэВ;

–измерения потока бета-частиц от загрязненных поверхностей в присутствии гамма-фона вплоть до 100 мкЗв/ч в пределах 1...10000 частиц/(см²×мин) в диапазоне энергий 40 кэВ...3 МэВ;

–измерения удельной (объемной) активности бета-излучающих нуклидов Sr-90+Y-90; Ce-144+Pr-144; Ru-106+Rh-106; Cs-137; Cs-134; Co-60 в пробах воды, почвы, в пищевых продуктах, в различных продуктах сельскохозяйственного производства без использования громоздкой свинцовой защиты в пределах 0,1...100 кБк/кг.

Основная погрешность измерения $\pm 20\%$.

Прибор компактен, измерения можно проводить, держа прибор в руке. Индикация цифровая на жидко-кристаллическом дисплее, а также звуковая. Питание от аккумуляторной батареи 7Д-0,125. Возможна эксплуатация в пыле- и брызгонесущих средах при температуре $-10...+40$ °С. Масса прибора – 700 г. Емкость кюветы для образцов – 100 мл.

Радиометр-обнаружитель источников радиоактивного излучения РЗС-10Н

РЗС-10Н предназначен для детектирования альфа, бета, гамма и рентгеновского излучений.

Такие приборы используются профессионалами во всем мире на таможенных, пограничных пунктах, санитарно-эпидемиологическими службами и т. д. для обнаружения радиоактивного загрязнения, поиска радиоактивных источников и контроля радиационной обстановки.

Простота в эксплуатации, обеспеченная встроенным микропроцессором, позволяет использовать РЗС-10Н неподготовленному оператору. Информация выводится на дисплей прибора в обработанном и доступном виде. В РЗС-10Н использован всего один блок детектирования.

В приборе обеспечена возможность занесения результатов измерений в «электронный журнал» с последующим просмотром на встроенном дисплее или передача накопленной информации на компьютер типа IBMPC по стандартному интерфейсу RS-232.

Радиометр-обнаружитель источников радиоактивного излучения РЗС-10Н позволяет измерять:

- плотность потока альфа, бета, гамма и рентгеновского излучения;
 - удельную и объемную активность проб сыпучих и жидких сред (при использовании кюветы для размещения пробы);
 - МЭД гамма-излучения.
- Характеристики радиометра РЗС-10Н представлены с табл. 9.

Таблица 9 - Характеристики радиометра РЗС-10Н

Энергетические диапазоны измерения:	Значение	
гамма- и рентгеновского излучения	0,0059-3,0 МэВ	
бета-излучения	0,1...3,5 МэВ	
альфа-излучения	3,98...8,78 МэВ	
Диапазоны измерения:		
плотности потока рентгеновских и гамма-квантов	0,1...10 ³ квант/с/см ²	
МЭД гамма и рентгеновского излучения	0,01...5·10 ² мкЗв/ч	
плотности потока бета-частиц	4...2·10 ⁴ част/мин×см ²	
плотности потока альфа-частиц	0,5...1·10 ⁴ част/минем ²	
МЭД	0,005...5·10 ³ мкЗв/ч	
удельной и объемной активности бета-излучающих нуклидов в пробах:	Один блок	Два блока
сыпучих	50 Бк/кг	15 Бк/кг
жидких	3,7·10 ⁴ Бк/кг	3,7·10 ⁴ Бк/кг
удельной и объемной активности альфа-излучающих нуклидов в пробах:	Один блок	Два блока
сыпучих	50 Бк/кг	30 Бк/кг
жидких	3,7·10 ⁴ Бк/кг	3,7·10 ⁴ Бк/кг
Предел основной погрешности	не более ±40%	
Время измерения	1...2000 с	
Время непрерывной работы	не менее 8 часов	

Практическое занятие 4 Спектрометры

1. Универсальный портативный детектор радионуклидов

Универсальный портативный детектор радионуклидов (УПД-Р) предназначен для измерения ЭД гамма-излучения, обнаружения непосредственно в объектах окружающей среды или в пробах (твердых и жидких) радионуклидов, определения их изотопного состава и активности.

Принцип действия основан на измерении спектра гамма-квантов сцинтиляционным детектором на основе кристалла Na(Tl) и плотности потока альфа-, бета-частиц поверхностно-барьерным кремниевым детектором.

С целью повышения чувствительности спектрометра к радионуклидам одновременно с измерением полного спектра гамма-квантов проводится измерение спектра в режиме временного совпадения гамма-квантов с альфа- и бета-частицами от измеряемого объекта. В технике широкого применения такой режим использован впервые. Для тонкослойных проб или поверхностных загрязнений измерение гамма-спектра в режиме совпадений позволяет повысить в несколько сотен раз чувствительность спектрометра к большинству встречаемых на практике радионуклидов. Только несколько изотопов (K-40, Mb-54) радиоактивный распад которых не сопровождается одновременным излучением гамма-квантов и альфа- или бета-частицы, не регистрируются в режиме совпадений.

Применение метода совпадений позволяет даже в условиях высокого радиоактивного фона без использования свинцовой защиты приблизить чувствительность гамма-канала прибора к чувствительности спектрометра на основе охлаждаемого кристалла Ge (Li) объемом 100 см^3 в свинцовой защите 100 мм.

Визуализация и обработка информации производится на встроенной микроЭВМ с графическим дисплеем.

К системному блоку возможно дополнительное подключение газоразрядного счетчика БДБГ-1 для проведения дистанционного радиационного контроля, спектрометрического детектора для рентгено-флюоресцентного анализа или альфа-спектрометрического детектора.

В прибор вмонтирован закрытый радиоактивный источник Eu-154 активностью около 10 Бк (в сто тысяч раз меньше минимально значимой) и детектор, регистрирующий бета-частицы Eu-154.

Спектр гамма-квантов Eu-154, детектируемых кристаллом NaJ(Tl), выделяется из общего гамма-спектра по сигналам временных совпадений от бета-частиц Eu-154 и используется для непрерывной автоматической калибровки по энергии шкалы гамма-тракта и его стабилизации. Использование реперного радиоактивного источника повышает надежность прибора и освобождает от процедуры энергетической калибровки по образцовым гамма-источникам.

Прибор удобен в обращении и имеет необходимое программное и методическое обеспечение. Рассчитан на обслуживание одним оператором квалификации не ниже техника.

Устройство. Прибор состоит из двух соединенных кабелем модулей: системного блока и блока детекторов. Для удобства эксплуатации блок детекторов и системный блок размещены в металлическом чемодане. При проведении

измерений оба блока могут использоваться и вне чемодана, для чего блок детекторов снабжен ручкой, а системный блок – наплечным ремнем.

Технические характеристики представлены в табл. 10.

Таблица 10- Технические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон излучения МЭД гамма-излучения при экспозиции 10 с	$0,01 \cdot 10^5$ мкЗв/ч
Минимально обнаруживаемая активность при нормальном радиационном фоне и экспозиции 1000 с без использования свинцовой защиты блока детекторов:	
по альфа-частицам Ат-241	0,002 Бк/см ²
по гамма-квантам Cs-134 в режиме совпадений	0,2 Бк/см ²
по гамма-квантам Cs-137 в режиме без совпадений	50 Бк/кг
Габаритные размеры:	
блок детекторов	Диам-100×320 мм
системный блок	300×156×115 мм
чемодан	350×230×120 мм
Масса	8 кг
Питание	аккумуляторы 12 В×35 А/ч

2. Малофононый анализатор радионуклидов спектрометрический «МАРС-4П»

Комплекс МАРС-4П разработан на основе ранее рассмотренного выше универсального детектора радионуклидов УПД-Р. Комплекс предназначен для проведения на месте измерения:

- спектрометрии гамма, бета и альфа-излучений и измерения малых удельных или объемных активностей радионуклидов;
- оперативного измерения объемной активности радиоактивных аэрозолей в воздухе на уровне, установленном нормативами их содержания;
- проведения прецизионной альфа-спектрометрии;
- оперативного измерения характеристик поля излучения;
- обнаружения скрытых радиоактивных источников, обследования грузов.

Комплекс МАРС-4П переносной, встроенный источник питания обеспечивает работу в течение 8 ч.

Тактико-технические характеристики комплекса представлены в табл. 11.

Таблица 11- Тактико-технические характеристики комплекса МАРС-4П

Характеристики	Значения
Рабочий диапазон энергий:	
– гамма-квантов	50-3000 кэВ
– альфа-частиц	4000-7000 кэВ

– бета-частиц	60-4000 кэВ
– электронов	60-1000 кэВ
относительное энергетическое разрешение:	
– гамма-квантов по линии Cs-137 (661,62 кэВ)	не хуже 7,5%
– альфа-частиц по линии Po-137 (6003 кэВ)	не хуже 40 кэВ
– конверсионных электронов по линии Cs-137 (624 кэВ)	не хуже 10%
Предел основной погрешности (P = 0,95):	
– для определения энергии	1,0%
– для определения активности потока частиц	20%
Диапазон рабочих температур	–40...+60 °С
Время установления рабочего режима	10 мин
Время непрерывной работы	24 ч
Питание:	
– постоянный ток	12, 24, 27 В;
– переменный ток	220 В

Комплекс вибро- и удароустойчив, пылевлагозащищен.

В состав комплекса МАРС-4П входят:

– базовый модуль;

– приставка для определения объемной активности радиоактивных аэрозолей в воздухе;

– приставка для прецизионной альфа-спектрометрии.

Комплекс разработан для использования в интересах Министерства обороны РФ, таможенных служб, санэпиднадзора и др.

Чувствительность комплекса представлена в табл. 12.

Таблица 12- Чувствительность комплекса МАРС-4П

Вид радионуклида	Поверхностный источник, Бк/см ²		экспозиция	Объемный источник	Аэрозоль в воздухе, Ки/л
	гамма			гамма-фон 20мкР/ч, экспозиция 1000 с	экспозиция не более 1000с
	20	200	300		
Гамма-излучающий Cs-137	0,2	0,6	300	5	10 ⁻¹⁴
Гамма-бета-излучающий Cs-134	0,03	0,05	30		
Бета-излучающий Sr-90	0,03	0,07	30	30	
Альфа-излучающие U-235. Pb-239	0.02	0.02	50	1000	

Портативные спектрометры «Прогресс-Спектр»

Радиационный контроль продуктов питания, стройматериалов, лесопромышленной продукции и других объектов внешней среды на основе спектрометрических методов измерения активности α -, β -, γ -излучающих радионуклидов. В серии «Прогресс-Спектр» разработаны:

- γ – спектрометр сцинтилляционный «Спектр-гамма»
- β – спектрометр сцинтилляционный «Спектр-бета»
- спектрометр излучения человека «Спектр-СИЧ»

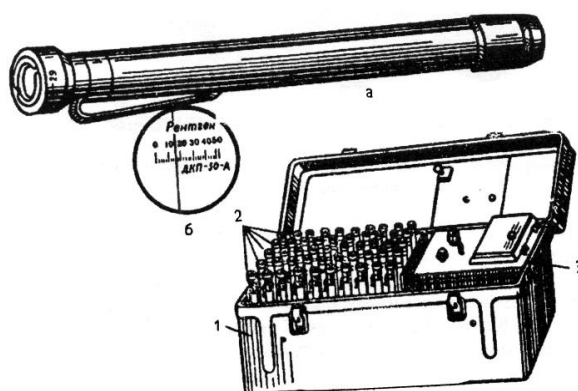
Практическое занятие № 5

Измерители дозы

К измерителям дозы (приборам контроля радиоактивного облучения) относятся комплекты индивидуальных дозиметров ДП-22В, комплект общевого измерителя дозы ИД-1, комплект индивидуальных измерителей дозы ИД-11 и КДТ-02 и химические дозиметры ДП-70МП.

1. Комплект ДП-22В (ДП-24)

Комплект ДП-22В (ДП-24) предназначен для измерения доз гамма-облучения людей при нахождении их на местности, зараженной радиоактивными веществами. Комплект ДП-22В (рис. 13) состоит из зарядного устройства ЗД-5 и 50 индивидуальных дозиметров ДКП-50А. Масса комплекта без источников питания 5,5 кг.



1 – укладочный ящик; 2 – дозиметры ДКП-50А; 3 – зарядное устройство; Дозиметр ДКП-50А: а – общий вид; б – шкала

Рисунок 13- Комплект индивидуальных дозиметров ДП-22В

Зарядное устройство ЗД-5 предназначено для зарядки дозиметров. На его верхней панели расположены: ручка потенциометра, зарядное гнездо с колпачком

и крышка отсека питания. Зарядное устройство питается от двух элементов типа 1,6 ПМЦ-У-8, которые обеспечивают работу прибора в течение не менее 30 ч.

Дозиметр ДКП-50А предназначен для измерения доз гамма-излучения от 2 до 50 Р при мощностях доз от 0,5 до 200 Р/ч. Показания отсчитываются по шкале, расположенной в дозиметре, цена деления – 2 Р. Саморазряд дозиметров в нормальных условиях за 24 ч не превышает двух делений шкалы. Работоспособность дозиметра обеспечивается в интервале температур от –40 до +50 °С. Масса дозиметра 32 г.

В рабочее состояние дозиметр приводится путем зарядки. Для этого необходимо: отвинтить защитную оправу дозиметра и защитный колпачок зарядного гнезда; повернуть ручку потенциометра влево до отказа; вставить дозиметр в зарядное гнездо (при этом включается подсветка зарядного гнезда и высокое напряжение); наблюдая в окуляр, слегка нажать на дозиметр и поворачивать ручку потенциометра вправо до тех пор, пока изображение нити на шкале дозиметра не установится на «0», после этого вынуть дозиметр из зарядного гнезда, проверить положение нити при дневном свете (при вертикальном положении нити ее изображение должно быть на «0»), затем завернуть защитную оправу дозиметра и колпачок зарядного гнезда.

При воздействии гамма-излучения в ионизационной камере дозиметра образуется ионизационный ток, в результате чего заряд дозиметра уменьшается пропорционально дозе облучения. Держа дозиметр, против света и наблюдая через окуляр за изображением нити, можно в любой момент произвести отсчет полученной дозы облучения. Отсчет необходимо производить при вертикальном положении изображения нити.

2. Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1

Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1 предназначен для измерения поглощенных доз нейтронного и гамма-излучения.

В комплект входит 10 индивидуальных прямо показывающих дозиметров (аналогичных ДКП-50А) и зарядное устройство ЗД-6. Диапазон измерений доз от 20 рад до 500 рад. Диапазон рабочих температур от –50 до +50 °С. Погрешность измерений $\pm 20\%$. Для измерений доз нейтронного излучения ионизационная камера дозиметра покрыта составом, испускающим гамма-излучение при действии нейтронов.

Вес комплекта – 2,0 кг. Комплект из 10 прямопоказывающих дозиметров – измеряет поглощенную дозу гамма- и нейтронного излучения в диапазоне 20...500 Рад. Включает зарядное устройство.

3. Индивидуальный дозиметр ИД-0,2 (ДК-0,2)

ИД-0,2 индивидуальный дозиметр гамма- и нейтронного (тепловые нейтроны) излучения, позволяющий измерять накопленную поглощенную дозу. В ИД-0,2 используется в качестве детектора ионизационная камера конденсаторного типа.

Принцип действия прибора основан на измерении изменения потенциала (напряжения) в ионизационной камере под воздействием ионизирующего излучения, что позволяет применять прибор для индивидуального дозиметрического контроля персонала, работающего как с источниками непрерывного действия, так и импульсными источниками. Считывание значения накопленной дозы производится на шкале дозиметра через окуляр встроенного в дозиметр микроскопа. Базовая поставка: дозиметры ИД-0,2 10 шт.; зарядное устройство ЗД-06 – 1 шт.

4. Комплект индивидуальных измерителей дозы ИД-11

Комплект индивидуальных измерителей дозы ИД-11 предназначен для индивидуального контроля облучения людей с целью первичной диагностики радиационных поражений. В комплект входят 500 индивидуальных измерителей дозы ИД-11, расположенных в пяти укладочных ящиках, измерительное устройство ГО-32 в укладочном ящике, градуировочный «ГР» и перегрузочный «ПР» детекторы. Масса комплекта 36 кг.

Конструктивно ИД-11 состоит из корпуса и держателя со стеклянной пластинкой (детектором). На держателе указан порядковый номер комплекта и порядковый номер индивидуального измерителя. На корпусе имеется шнур в форме петли для закрепления ИД-11 в кармане. Для предотвращения бесконтрольного вскрытия детектора на гайку надевается специальная пломба из полиэтилена, которая перед измерением извлекается с помощью специального приспособления. Для вскрытия и закрытия ИД-11 на передней панели ИУ установлен ключ.

Совместно с измерительным устройством индивидуальный измеритель дозы ИД-11 обеспечивает измерение поглощенной дозы гамма – и смешанного гамма-нейтронного излучения в диапазоне от 0,1 до 15 Гр (от 10 до 1500 рад).

Работоспособность ИД-11 обеспечивается в интервале температур от –50 до +50 °С в условиях относительной влажности до 98%. Доза облучения суммируется при периодическом облучении и сохраняется в дозиметре течение 12 месяцев. Облученный ИД-11 обеспечивает показания измерительного устройства с погрешностью $\pm 15\%$ через 14 ч после облучения при хранении в нормальных

условиях. Индивидуальный измеритель дозы обеспечивает многократное измерение одной и той же дозы. Масса ИД-11 равна 25 г.

5. Комплект термолюминесцентных дозиметров КДТ-02М

Комплект термолюминесцентных дозиметров КДТ-02М предназначен для измерения экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучения индивидуальными дозиметрами ДПГ-02, 03, 03М, ДПС-11, бета-излучения дозиметром ДПС-11. По бета-излучению прибор относится к классу индикаторов. Комплект дозиметров применяется в качестве индивидуального дозиметра, в составе комплексов аппаратуры контроля радиационной безопасности на атомных станциях.

Диапазон энергий, Мэв:

– ДПГ-02,03,03М 0,06-1,25

– ДПС-11 0,012-1,25

Диапазон измерения экспозиционной дозы, Р:

– ДПГ-02,03, 03М 0,05-1000

– ДПС-11 0,1-1000

Время измерения дозы, мин: 7

Время непрерывной работы, ч: 8

6. Дозиметр ДП-70МП

Дозиметр ДП-70МП – предназначен для измерения дозы гамма и нейтронного облучения в пределах от 50 до 800 рад. Он представляет собой стеклянную ампулу, содержащую бесцветный раствор. Ампула помещена в пластмассовый (ДП-70МП) или металлический (ДЛ-70М) футляр. Футляр закрывается крышкой, на внутренней стороне которой находится цветной эталон, соответствующий окраске раствора при дозе облучения 100 Р (рад). Дозиметр обеспечивает измерение доз облучения в интервале температур от -40 до $+50$ °С как при однократном, так и при многократном облучении. Масса дозиметра 46,5 г. Его носят в кармане одежды. При работе раствор в ампуле дозиметра не должен подвергаться действию прямого солнечного света, поскольку это может вывести его из строя.

Доза облучения, поглощенная дозиметром, измеряется с помощью полевого колориметра ПК-56М. Корпус колориметра имеет отсчетное окно, призму с окуляром, ампулодержатель и стопорный винт. Отсчет доз облучения производится по шкале колориметра непосредственно в рентгенах (радах). Внутри корпуса колориметра имеется диск со светофильтрами, окраска которых соответствует интенсивности окраски раствора в ампулах при дозах облучения в 0, 50,

100, 150, 200, 250, 300, 450, 600 и 800 Р (рад). Масса колориметра с укладочным футляром –1,4 кг.

7. Автоматизированный комплекс индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-201

АКЖДК-201 используется для измерения индивидуальной эквивалентной дозы в полях фотонного излучения на глубине 1,0 г/см². Комплекс применяется для индивидуального дозиметрического контроля персонала атомных станций, радиохимических производств, а также населения. Технические характеристики представлены в табл. 13.

Таблица 13 - Технические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон измерения энергий индивидуальной эквивалентной дозы фотонного излучения	0,015 МэВ-3МэВ
Порог регистрации индивидуальной эквивалентной дозы	не более 0,05 мЗв
Изотропия дозиметра для углов от 0° до 60°	менее 15%
Самооблучение дозиметров при хранении их в течение 30 суток	менее 0,05 мЗв
Многочисленность использования дозиметра в комплексе СТЛ-200	не менее 200 циклов
Производительность обработки дозиметров	не менее 30 в час
Время установления рабочего режима	не более 30 мин
Время непрерывной работы комплекса	не менее 24 часов
Масса: считывателя СТЛ-200 (дозиметра ДТЛ-01)	20 кг (0,03 кг)

Практическое занятие № 6

Средства индивидуального химического контроля

Для обеспечения дееспособности спасателей в условиях химического заражения применяются средства индивидуального химического контроля. К ним относятся:

- индикаторные пленки АП-1;
- комплект химического контроля КХК-2 (КХК-2 – комплект индикаторных бумаг для обнаружения аэрозолей ОВ в воздухе и на зараженных поверхностях);
- войсковой индивидуальный комплект химического контроля ВИКХК (обеспечивает высокочувствительное обнаружение в воздухе и оценку зараженности воды фосфоорганическими веществами, ипритом и люизитом).

–индивидуальное средство химического контроля ИСХК (предназначено для принятия оперативного решения о возможности снятия индивидуальных средств защиты органов дыхания).

1. Индикаторные пленки АП-1

Одним из первых средств индивидуального химического контроля является индикаторная пленка АП-1. Она предназначена для определения начала химического нападения с применением ви-икс в аэрозольном состоянии. АП-1 обеспечивает обнаружение и оценку плотности заражения л/с аэрозолями ОВ типа VX.

Пленка АП-1 представляет собой ленту желтого цвета, которая прикрепляется к обмундированию, чаще всего к рукаву на предплечье. Признаком опасного заражения VX является появление на пленке сине-зеленых пятен.

При авариях связанных с выбросами опасных химических веществ пленка может быть использована для определения наличия химических веществ щелочного характера в капельно-жидком или аэрозольном состоянии.

2. Комплект химического контроля КХК-2

КХК-2 является средством индивидуального химического контроля второго поколения. Оно было принято на снабжение взамен пленок АП-1.

Комплект состоит из плоских индикаторных элементов и позволяет обнаруживать капли, а также оседающий аэрозоль VX, зомана и иприта дисперсностью 80...400 мкм за 30...80 секунд.

3. Войсковой индивидуальный комплект химического контроля ВИКХК

ВИКХК – войсковой индивидуальный комплект химического контроля, обеспечивающий высокочувствительное обнаружение в воздухе и оценку зараженности воды фосфоорганическими веществами, ипритом и люизитом. ВИКХК имеет в своем составе и комплект КХК-2.

Практическое занятие № 7

Приборы химической разведки

Приборы химической разведки позволяют определять тип отравляющих веществ в воздухе, на местности, на технике и на других объектах.

В настоящее время для обнаружения ОВ используют ВПХР. Подразделения РХБ разведки кроме этого имеют приборы ППХР и ПГО-11 (ПГО-11 полу-

автоматический прибор обнаружения ОВ на вертолетах РХР и в полевых лабораториях). Эти средства основаны на использовании индикаторных трубок.

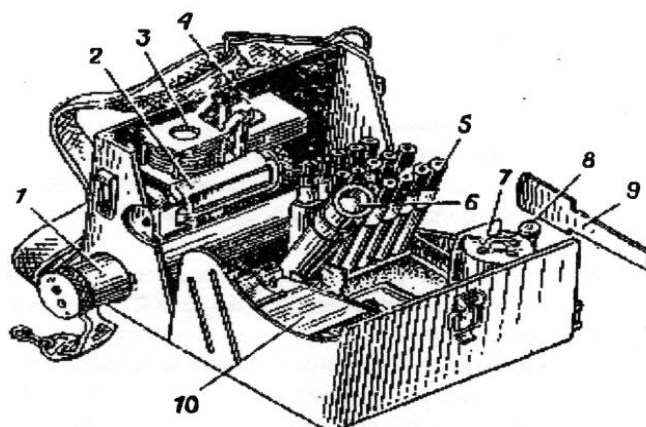
1. Войсковой прибор химической разведки ВПХР

ВПХР предназначен для определения наличия в воздухе, на местности, на технике и на снаряжении отравляющих веществ типа зарин (GB), зомана (GD), иприта (HD), фосген (CG), синильная кислота (AC), хлорциана, а также паров Ви-Икс (VX) и Би-Зет (BZ) в воздухе.

Прибор (рис. 3) состоит из корпуса с крышкой и размещенных в нем ручного насоса, бумажных кассет с индикаторными трубками, противодымных фильтров, насадки к насосу, защитных колпачков, электрофонаря, грелки и патронов к ней. Кроме того, в комплект прибора входит лопатка, инструкция-памятка по работе с прибором, инструкция-памятка по определению ОВ типа зоман и инструкция по эксплуатации прибора. Для переноски прибора имеется плечевой ремень с тесьмой. Масса прибора 2,2 кг.

Ручной насос – поршневой, служит для прокачивания воздуха через индикаторные трубки. При 50 качаниях насоса в 1 мин через индикаторную трубку проходит 1,8-2 л воздуха.

Насадка к насосу предназначена для работы с прибором в дыму, при определении ОВ на почве, технике и других предметах, а также в пробах сыпучих материалов. Насадка позволяет увеличивать количество паров ОВ, проходящих через индикаторную трубку. В насадку вставляется противодымный фильтр для определения ОВ в дыму и защитные колпачки для определения ОВ в сыпучих продуктах.



1 – ручной насос, 2 – насадка к насосу, 3 – защитные колпачки, 4 – противодымные фильтры, 5 – патроны химической грелки, 6 – электрический фонарь, 7 – грелка, 8 – штырь, 9 – лопатка, 10 – кассеты с индикаторными трубками

Рисунок 3- Войсковой прибор химической разведки ВПХР

Противодымные фильтры используются для определения ОВ в дыму или в воздухе, содержащем пары веществ кислого характера, а также для определения ОВ в почве или сыпучих материалах. Фильтр представляет собой пластинку из специального картона, состоящую из одного слоя фильтрующего материала и нескольких слоев капроновой ткани.

Защитные колпачки служат для предохранения внутренней поверхности воронки насадки от попадания капель стойких ОВ и для помещения проб почвы и сыпучих материалов.

Бумажная кассета служит для размещения десяти индикаторных трубок с одинаковой маркировкой. На лицевой стороне кассеты наклеена этикетка (эталон) с изображением окраски индикаторной трубки (ее наполни теля) при наличии ОВ в воздухе и кратким указанием порядка работы с индикаторной трубкой (порядок работы с трубками на нервно-паралитические ОВ указан в специальной инструкции-памятке). Примерную концентрацию паров ОВ в воздухе можно определить, сравнивая интенсивность окраски наполнителя трубки с эталоном на кассете.

В комплект прибора обычно входит 3 кассеты по 10 трубок в каждой: одна кассета для определения ФОВ, другая – для определения фосгена, дифосгена, синильной кислоты и хлорциана и третья – для определения иприта.

В зависимости от задач химической разведки количество индикаторных трубок и их комплект могут быть изменены.

Индикаторные трубки предназначены для определения ОВ и представляют собой запаянные с двух сторон стеклянные цилиндры, внутри которых помещены наполнитель и одна, две стеклянные ампулы с реактивами (в трубке с желтым кольцом ампулы отсутствуют). На верхней части каждой трубки нанесена условная маркировка, показывающая для обнаружения, какого ОВ она предназначена:

–красное кольцо и красная точка (ИТ-44) – для определения зарина, зомана и Ви-Икс;

–три зеленых кольца (ИТ-45) – для определения фосгена, дифосгена, синильной кислоты и хлорциана;

–одно желтое кольцо (ИТ-36) – для определения иприта.

Грелка предназначена для нагревания индикаторных трубок при определении отравляющих веществ при пониженной температуре окружающего воздуха. Ее используют, кроме того, для подогрева индикаторных трубок на иприт при температуре ниже +10 °С и трубок на фосфорорганические отравляющие вещества при температуре ниже 0 °С, а также для оттаивания реактивов в индикаторных трубках.

Определение с помощью ВПХР ОВ в воздухе. При подозрении на наличие в воздухе ОВ надевают противогаз и исследуют воздух с помощью индикаторных трубок. Исследование проводят сначала трубками с красным кольцом и красной точкой; затем трубками с тремя зелеными кольцами и, наконец, трубкой с желтым кольцом.

Определение ОВ на местности, технике и вооружении. Открыть крышку прибора и вынуть насос; достать необходимую индикаторную трубку, вскрыть ее и вставить в головку насоса; навернуть на насос насадку, оставив откинутым прижимное кольцо; надеть на воронку насадки защитный колпачок; приложить насадку защитным колпачком к зараженной поверхности так, чтобы воронка покрывала участок с наиболее резко выраженными признаками заражения; прокачать через ИТ воздух; снять насадку с насоса, выбросить из нее колпачок, убрать насадку в прибор; вынуть из насоса трубку и завершить определение ОВ согласно Инструкции.

Определение ОВ в дыму. Для определения ОВ в дыму необходимо: достать из прибора насос и вставить в него трубку на предполагаемое ОВ; взять из прибора насадку и, закрепив в ней противодымный фильтр, плотно навернуть ее на резьбу головки насоса; провести определение, как указано на этикетке кассеты; снять насадку с насоса, вынуть противодымный фильтр, убрать насадку в прибор, вынуть из насоса ИТ и довести определение до конца согласно инструкции.

Определение ОВ в почве и в сыпучих материалах. Подготовить прибор аналогично тому, как и для определения ОВ на различных поверхностях объекта (техники, вооружения и т. п.), затем снять с прибора лопатку, отобрать ею пробу грунта или сыпучего материала в наиболее зараженном месте, насыпать его в воронку насоса, наполнив ее до краев; накрыть воронку противодымным фильтром и закрепить фильтр. Дальнейшее определение проводится в таком же порядке, как и определение ОВ на различных поверхностях. Защитный колпачок и противодымный фильтр после определения ОВ выбрасываются.

Определение ОВ в воздухе при низких температурах (от -40°C до $+10^{\circ}\text{C}$). При определении ФОВ необходимо: подготовить грелку к работе, вставить в нее две трубки, маркированные красным кольцом и красной точкой, для оттаивания в них ампул. После оттаивания ампул трубки немедленно вынуть из грелки и поместить в штатив, затем произвести определение ФОВ, как это делается для определения ОВ в больших концентрациях. После этого одновременно подогреть обе трубки в грелке в течение 1 мин, разбить в них нижние ампулы и закончить определение обычным порядком.

2. Прибор химической разведки медицинской и ветеринарной служб ПХР-МВ

Прибор химической разведки медицинской и ветеринарной служб (ПХР-МВ) используют для забора проб воды, продовольствия и сыпучих материалов и определения в них ОХВ. Запас реактивов позволяет выполнить 10...15 качественных анализов проб воды и продовольствия.

Прибор химической разведки медицинской и ветеринарной служб ПХР-МВ представляет собой металлическую коробку с крышкой и с ремнем. В комплект ПХР-МВ входит ручной насос для прокачивания воздуха, бумажные кассеты с индикаторными трубками на различные ОВ, бумажные кассеты с ампульными жидкими реактивами (синий реактив на иприт, реактив на алкалоиды и толуол); матерчатая кассета с химическими реактивами, чистыми пробирками, дрексельными пробирками и глазными пипетками для анализа воды (порошкообразные реактивы в пробирках за крыты пробкой, на которой закреплена стеклянная ложечка); склянка для пробы воды; склянка для суховоздушной экстракции и анализа продуктов фуража на зараженность их ОВ; лопатка для отбора проб продуктов, пинцет, пробирки для бактериальных проб, карточки донесений.

Индикацию ОВ в воздухе этим прибором производят аналогично, как и ВПХР. Индикацию ОВ на земле и предметах ориентировочно можно производить также соответствующими индикаторными трубками. Для окончательного установления наличия или отсутствия ОВ берут пробы грунта или другого исследуемого вещества и направляют в лабораторию.

Индикацию ОВ в сухих продуктах питания проводят таким образом. Часть пробы продукта насыпают в склянку для суховоздушной экстракции и к короткой трубке этой склянки присоединяют подготовленную индикаторную трубку на то или иное ОВ; насосом просасывают воздух через пробу продукта и трубку. Для усиления испарения ОВ пробу можно слегка нагреть (до 40...60 °С).

Для более точного количественного анализа пробы продуктов направляются в лаборатории, в которых производится экстрагирование ОВ и индикация их химическими реакциями.

3. Медицинский прибор химической разведки (МПХР)

Медицинский прибор химической разведки (МПХР) предназначен для обнаружения зараженности отравляющими веществами водоисточников, фуража и сыпучих видов продовольствия.

Предусмотренные в МПХР средства и методы индикации основных ОХВ позволяют проводить определение ОВ типа VX, зарина, зомана, иприта и ОВ типа ВZ на местности и на различных предметах. Кроме того, прибор предназначен для взятия проб, подозрительных на зараженность бактериальными средствами. Прибором оснащаются подразделения и учреждения медицинской и ветеринарной служб.

Прибор обеспечивает обнаружение следующих групп ОХВ:

–в воде; зарина, зомана, Ви-Икс, иприта, Би-Зет, мышьяксодержащих соединений, синильной кислоты и ее солей, фосфорорганических пестицидов, алкалоидов и солей тяжелых металлов;

–в сыпучих видах продовольствия и фуража: зарина, зомана, Ви-Икс, иприта;

–в воздухе, на местности и на различных предметах: зарина, зомана, Ви-Икс, иприта, Би-Зет, фосгена, дифосгена.

Запас реактивов рассчитан на 100...120 анализов и позволяет за 10 ч провести 20 качественных анализов проб воды или пищевых продуктов.

4. Полуавтоматический прибор химической разведки ППХР

Полуавтоматический прибор химической разведки ППХР (рис. 9) предназначен для решения практически тех же задач, что и ВПХР. Принцип его работы аналогичен принципу работы ВПХР. Отличие состоит в том, что воздух просасывается через ИТ с помощью ротационного насоса, работающего от электродвигателя постоянного тока, а при низких температурах ИТ подогреваются с помощью электрогрелки. Прибор питается от электрической сети автомашины с напряжением 12 В.



1 – насос с грелкой, 2 – насадка, 3 – индикаторные трубки в кассетах, 4 – противодымные фильтры, 5 – бланки донесений, 6 – комплект запасных частей, 7 – склянка с маслом, 8 – формуляр, 9 – описание и инструкция по эксплуатации

Рисунок 4 - Полуавтоматический прибор химической разведки:

В комплект прибора входят те же индикаторные трубки, что и в ВПХР. Основной частью прибора является насос с грелкой. Его конструкция предусматривает вскрытие ИТ, разбивание в них ампул, подогрев трубок при низких температурах и просасывание через них анализируемого воздуха. Время просасывания воздуха (включение насоса) регламентируется: при определении ФОВ в опасных концентрациях и нестойких ОВ (АС, СК, СГ) насос включается на 10... 15 с; при определении ФОВ в безопасных концентрациях и HD – на 1 мин.

5. Полуавтоматический газоопределятель ПГО-11

Полуавтоматический прибор обнаружения отравляющих веществ ПГО-11 предназначен для периодического контроля с помощью ИТ степени зараженности воздуха, обмундирования и снаряжения различными типами ОВ. Он состоит из блока питания, газораспределителя и комплекта обеспечения.

Газоопределятель ПГО-11 имеет набор индикаторных трубок, позволяющий в течение 1...6 мин определять в воздухе ФОВ, иприты, синильную кислоту, хлорциан и фосген.

Контроль наличия отравляющих веществ осуществляется по степени изменений окраски наполнителя индикаторных трубок.

Прибор обеспечивает механическое вскрытие ампул, просос воздуха, контроль времени инкубации, автоматическое поддержание температуры, прогрев ампул.

6. Универсальный газоанализатор УГ-2

Принцип работы газоанализатора УГ-2 основан на изменении окраски слоя индикаторного порошка в трубке после просасывания через нее воздуха, зараженного опасными химическими веществами.

Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе и измеряется по шкале, отградуированной в мг/м³.

В состав прибора входит:

- устройство для прокачки фиксированных объемов воздуха (от 120 до 420 см³) через индикаторные трубки (воздухозаборное устройство);
- комплекта индикаторов на основные опасные вещества в запаянных ампулах, с набором стеклянных трубок и измерительных шкал;
- набора принадлежностей с приспособлениями для заполнения трубок индикаторами.

Заполнение стеклянных трубок индикаторами проводится накануне проведения измерений концентраций вредных веществ, срок годности трубок с индикатором 1 месяц. После пропускания через индикаторные трубки фиксированных объемов воздуха концентрация вредных веществ определяется по величине окрашенного слоя индикатора. Прибор предназначен для определения концентрации вредных веществ в рабочей зоне.

7. Универсальный прибор газового контроля УПГК

Универсальный прибор газового контроля УПГК позволяет осуществлять оперативный контроль вредных веществ в воздухе, а также зараженности почвы, поверхностей, спецодежды и воды. Прибор может работать автономно от аккумуляторов и стационарно от сети 220 В, а так же от бортовой сети автомашины. УПГК поставляется как в обычном, так и во взрывозащищенном исполнении.

Практическое занятие № 8

Автоматические приборы химической разведки

1. Газоанализатор-дозиметр ПРХР

Прибор радиационной и химической разведки ПРХР устанавливается на подвижных объектах и предназначен для непрерывного контроля за наличием гамма-излучения ядерных взрывов и отравляющих веществ типа зарин вне объекта.

ПРХР обеспечивает измерение мощности гамма-излучения в диапазоне 0,2...150 Р/ч, определяет момент превышения мощности более 2 Р/с, а также наличие ОВ в воздухе. Индикация – световая, визуальная и звуковая.

ПРХР обеспечивает выдачу команд на исполнительные механизмы системы защиты объекта при достижении пороговых значений концентрации паров отравляющих веществ и гамма-излучения проникающей радиации ядерного взрыва.

Готовность прибора к работе: радиационная часть – через 10 мин, а химическая – через 20 мин после включения.

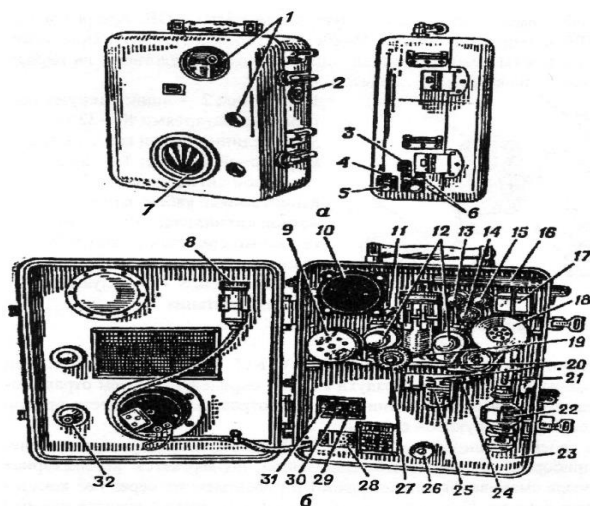
2. Приборный комплекс управления и защиты ПКUZ-1-2

ПКUZ предназначен для обнаружения в анализируемом воздухе наличия опасных веществ и выдачи сигналов системе защиты различных подвижных и

стационарных объектов. Комплекс обеспечивает автоматическую выдачу световой сигнализации и команд на исполнительные механизмы объектов.

3. Газосигнализатор автоматический ГСП-1

Газосигнализатор автоматический ГСП-1 (рис. 10) предназначен для определения в воздухе наличия и типа ОВ, а также для обнаружения ионизирующего излучения.



1 – смотровые окна, 2 – лампа подсвета, 3 – выпускное отверстие, 4 – кнопка переключателя цикла, 5 – тумблер включения прибора, 6 – клеммы, 7 – звуковой сигнал, 8 – осветительная лампа, 9 – катушка для ленты, 10 – часовой механизм, 11 – кнопка управления реле, 12 – блок фотоэлементов, 13 и 15 – лампы сигнализации, 14 – лампа контроля, 16 – газоразрядный счетчик, 17 – реле, 18 – катушка для отработанной ленты, 19 – капельница, 20 – узлы поджима, 21 – индикатор расхода, 22 – защитный патрон, 23 – панель, 24 – прижим, 25 – рычаг прижима, 26 – реостат, 27 – шкала диафрагмы, 28 – колодка для подключения вольтметра, 29, 30 и 31 – выключатели сигнализации и освещения, 32 – диффузор входного штуцера

Рисунок 5 - Газосигнализатор автоматический ГСП-1:

а - внешний вид, б - вид прибора с открытой крышкой;

4. Газосигнализатор ГСП-11

ГСП-11 предназначен для непрерывного контроля воздуха с целью определения в нем паров фосфорорганических ОВ (ФОВ). При обнаружении в воздухе ОВ прибор подаёт световой и звуковой сигналы.

Прибор имеет два диапазона чувствительности к ОВ. Время определения ОВ на первом диапазоне 60-80 с на втором 5...8 минут. Продолжительность ра-

боты без перезарядки индикаторными средствами на первом диапазоне 2 ч, на втором 10...12 часов.

Газосигнализатор автоматический ГСП-11 предназначен для непрерывного контроля воздуха в целях определения в нем отравляющих веществ. При обнаружении в воздухе отравляющих веществ прибор подает световой и звуковой сигналы.

По своему принципу действия ГСП-11 (рис. 11) является фотоколориметрическим прибором. Фотоколориметрированию подвергается индикаторная лента после смачивания ее растворами и просасывания через нее контролируемого воздуха. При наличии отравляющих веществ в воздухе красная окраска на ленте сохраняется до момента контроля, при отсутствии – изменяется до желтой.

5. Автоматические газосигнализаторы ГСА-1 (ГСА-2)

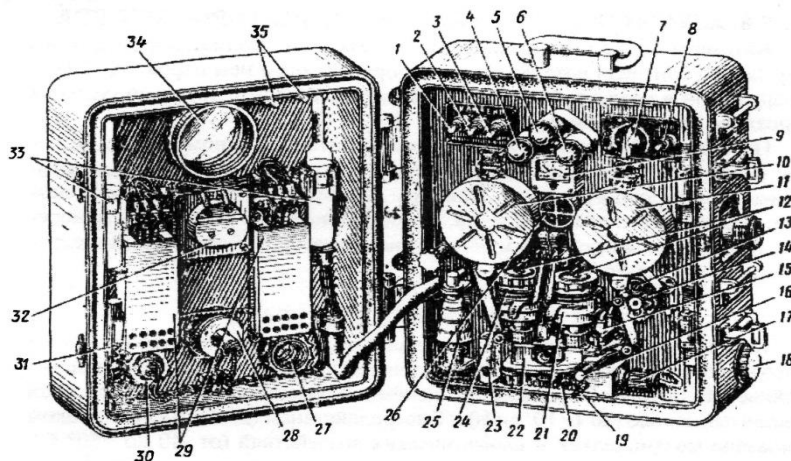
Автоматическим прибором химической разведки является прибор ГСА-1. Взамен его разработан автоматический газосигнализатор ГСА-2. Автоматические газосигнализаторы ГСА-1 и ГСА-2 основаны на ионизационном методе. Эти приборы, работая в непрерывном режиме, обеспечивают обнаружение первичного облака паров ФОВ. Кроме того, газосигнализатор ГСА-2 при обнаружении ОВ осуществляет передачу о химической опасности по радиоканалу до 500 метров.

Газосигнализатор ГСА-2 позволяет обнаружить фосфорорганические отравляющие вещества в воздухе в концентрации $5...8 \cdot 10^{-5}$ мг/л в течение 2 сек.

6. Автоматические газосигнализаторы типа ГСА

Автоматические газосигнализаторы типа ГСА предназначены для непрерывного контроля воздуха с целью определения в нем паров ФОВ. При обнаружении в воздухе ФОВ прибор подает световой и звуковой сигналы не позднее чем через 5 минут.

Питание от бортовой сети. Приборы работают в одном из двух режимов: непрерывном и в циклическом. При температуре +10 и ниже анализируемый воздух подогревается. Приборы состоят из системы прососа воздуха; лентопротяжного механизма, преобразователя и устройства измерения. К наиболее современным из газосигнализаторов типа ГСА относится сигнализатор ГСА-96.



1 – тумблер ПРОГРЕВ ПРИБОРА, 2 – тумблер ПОДОГРЕВ ВОЗДУХА, 3 – тумблер ЗВУКОВОЙ СИГНАЛ, 4 – лампа-индикатор работы прибора, 5 – лампа-сигнал наличия ОВ, 6 – лампа готовности прибора к работе, 7 – ручка резистора НАСТРОЙКА ФС, 8 – тумблер НАСТРОЙКА – РАБОТА, 9 – вольтметр, 10 – подающая катушка, 12 – винты регулировки величины капли, 13 – лентопротяжный барабан, 14 – прижимной ролик, 15 – рабочий фоторезистор, 16 – кнопка светофильтра, 17 – лампа-осветитель, 18 – ручка регулятора расхода воздуха, 19 – подстроечный винт, 20 – сравнительный фоторезистор, 21 – дозатор с красной меткой, 22 – кронштейн с влагоулавливающим бачком, 23 – ротаметр, 24 – дозатор с белой меткой, 25 – патрон с силикагелем, 26 – термо-выключатель, 27 – смотровое окно ротаметра, 28 – газозаборное устройство, 29 – нагреватели, 30 – кнопка снятия сигнала о наличии ОВ, 31 – термоконтакты, 32 – звуковой сигнал, 33 – ампулы с раствором, 34 – смотровое окно сигнализации, 35 – защитные патроны

Рисунок 6- Комплект автоматического газосигнализатора ГСП-11:

7. Газосигнализатор ГСА-96

К наиболее современным газосигнализаторам относятся сигнализаторы позволяющие обнаруживать фосфорорганические отравляющие вещества, нестойкие ОВ, стойкие ОВ, аварийно химически опасные вещества с высокой чувствительностью

(до $1 \cdot 10^7$ мг/л) и быстродействием (до 1...5 с) в широком диапазоне механических и климатических воздействий (от -40 до $+50$ °С). Они могут использоваться как на передвижных, так и стационарных объектах. Одним из таких сигнализаторов является ГСА-96. Он предназначен для автоматического контроля окружающего воздуха с целью обнаружения в нем паров фосфорорганических соединений (ФОС). Прибор предназначен для оснащения как подвижных, так и стационарных объектов.

8. Ионно-молекулярный спектрометр ИМС-97

Ионно-молекулярный спектрометр ИМС-97 предназначен для контроля химических загрязнителей в атмосфере при установке на подвижных и стационарных объектах. Газосигнализатор ИМС-97 является универсальным ионно-молекулярным спектрометром с комбинированным высоковольтным источником питания и набором различных типов ионизации: ядерная ионизация, фотоионизация, поверхностная ионизация. Он может обнаруживать ароматические и алифатические амины, полициклические ароматические углеводороды, арсины, фосфины и другие органические соединения.

9. Дистанционный газосигнализатор

Чрезвычайно актуальна проблема дистанционного обнаружения в воздухе опасных химических соединений. Для ее решения специалистами института разработан газосигнализатор. Он может применяться как в стационарном, так и в мобильном варианте, в составе разведывательных химических машин.

10. Индивидуальный малогабаритный автоматический газосигнализатор

Специально для оснащения инспекторов и персонала на объектах хранения и уничтожения ХО в рамках реализации конвенциональной программы разработан индивидуальный малогабаритный автоматический газосигнализатор, выдающий световой и звуковой сигналы оповещения. Быстродействие – 5 сек. Масса прибора – 0,4 кг.

Практическое занятие № 9

Переносные химические лаборатории и пробоотборники

1. Переносная полевая химическая лаборатория ПХЛ

Переносная полевая химическая лаборатория ПХЛ обеспечивает обнаружение ОВ в воздухе, на местности, в воде, пищевых продуктах. Кроме ОВ она позволяет определять алкалоиды и соли тяжелых металлов в воде.

2. Медицинская полевая химическая лаборатория МПХЛ

На оснащении санитарно-эпидемиологических учреждений стоит медицинская полевая химическая лаборатория (МПХЛ). Она предназначена для качественного и количественного определения ОХВ в пробах воды, продовольствия, фуража, медикаментов, перевязочного материала и на предметах медицинского и санитарно-технического оснащения. В частности, возможности МПХЛ позволяют проводить:

–качественное обнаружение ОХВ, алкалоидов и солей тяжелых металлов в воде и продовольствии;

–количественное определение ФОВ, ипритов и мышьяк содержащих веществ в воде;

–определять полноту проведения дегазации воды, продовольствия, фуража, медикаментов, перевязочного материала и предметов ухода;

–устанавливать зараженность воды, продовольствия и фуража неизвестными ОХВ путем проведения биологических проб.

Запас реактивов, растворителей и материалов обеспечивает проведение лабораторией не менее 120 анализов. МПХЛ приспособлена для перевозки любыми видами транспорта, обслуживается одним лаборантом, производительность ее работы составляет 10...12 проб за 10 ч работы.

3. Портативная ветеринарная химико-токсикологическая лаборатория ПВХТЛ

Портативная ветеринарная химико-токсикологическая лаборатория ПВХТЛ позволяет определять высокотоксичные фосфорорганические пестициды и фитотоксиканты в пробах воздуха, воды и почвы.

4. Мини-экспресс лаборатории «ИНСПЕКТОР-КЕЙС» и «ПЧЕЛКА»

Мини-экспресс лаборатории предназначены для измерения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны с помощью индикаторных трубок. Принцип работы прибора аналогичен принципу работы ВПХР. В состав мини-экспресс лабораторий входят насос и индикаторные трубки:

–на стандартные ОВ: ИТ-36 на иприт; ИТ-44 на фосфорорганические ОВ; ИТ-45 на фосген, дифосген, хлорциан и синильную кислоту; ИТ-46 на Би-Зет и др.

–на основные АХОВ: – аммиак (пределы концентраций – 5...40 мг/м³), хлор (0,5...15 мг/м³), сернистый ангидрит (5...100 мг/м³), оксиды азота

(2,5...50 мг/м³), синильную кислоту (0,15...1,5 мг/м³), фтористый водород (2,5...400 мг/м³), углеводороды нефти (100...1300 мг/м³) и др. Насос с индикаторными трубками размещаются в укладке массой 3,5 кг.

5. Комплект приспособлений для отбора проб КПО

Комплект приспособлений для отбора проб КПО предназначен для отбора проб почвы, воды, пищевых продуктов и других материалов, зараженных радиоактивными, отравляющими веществами и биологическими средствами для анализа в лабораториях.

Для отбора проб почвы используется высекатель. При ударе высекателя о грунт стакан заполняется пробой. После этого нажатием на втулку высекателя проба выталкивается в банку. Для отбора проб твердого и мерзлого фунта используется сверло. Измельченный сверлом грунт собирается в банку совком-лопатой.

Для взятия пробы сыпучих материалов применяется щуп. Пробы с помощью щупа необходимо брать из разных мест мешка (или другой тары) с поверхностного слоя материала.

При отборе проб воды из водоема используется водозаборник, позволяющий брать пробы с любого уровня воды до глубины 30 м. Пробы с открытых поверхностей техники берутся путем взятия мазков тампонами.

Отбор проб для проведения биологического анализа производится с использованием пенала, в комплекте которого имеются четыре стеклянных флакона. Для ловли насекомых в комплекте КПО имеется сачок.

Библиографический список

1. Белова Т.И. Померанцев Ю.Л., Сухов С.С. Средства и способы радиационной и химической защиты. Учебное пособие. -Брянск : РИО БГУ, 2013-280с.
2. Белова, Т.И. Оценка влияния кислотности осадков на параметры массообмена в биотехнической системе «человек – одежда – окружающая среда» [Текст]/Т.И. Белова, М.В. Родичесва, А.В. Абрамов и др. Отраслевые аспекты технических наук, - М.: ИНГН, - 2011- №10.- С.2-5.
3. Белова, Т.И. Классификация систем автоматического удаления вредных веществ из воздуха производственного помещения [Текст] / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.Е. Бурак и др. // Вестник МАНЭБ. – СПб, 2010. – Т.15, № 4. – С. 116 – 118.
4. Белова, Т.И. Промышленная экология. Исследования параметров удаления и очистки воздуха: лабораторный практикум для высшего профессионального образования [Текст] / Т.И. Белова, В.И. Гаврищук, Е.М. Агашков, Т.А. Дмитровская. – Брянск: ФГБОУ ВПО Брянская ГСХА, 2014. – 118 с.
5. Белова, Т.И. Методика определения дисперсного состава сыпучего материала и аэрозоли в научных исследованиях и учебном процессе [Текст] / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.И. Гаврищук и др. // Научно-педагогические проблемы транспортных учебных заведений. – М.: МИИТ, 2011. – Выпуск 3. – С. 11 – 16.
6. Белова, Т.И. Обеспечение условий труда работающих пишеконцентратных производств созданием системы пылеудаления-пылезащиты: монография [Текст] / Т.И. Белова, Е.М. Агашков, В.И. Гаврищук, Д.П. Санников. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2014. – 134 с.
7. Менякина, А.Г. Методические указания к лабораторным занятиям по Безопасности жизнедеятельности. Студентам направления 260800 Технология продукции и организации общественного питания. (Профиль Технология продукции общественного питания) и направления 151000 Технологические машины и оборудование. (Профиль Машины и оборудование для пищевой инженерии малых предприятий.) [Текст] - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 36 с.
8. Менякина, А.Г. Курс лекций Медико-биологические основы безопасности для студентов по направлению «Техносферная безопасность» [Текст] - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 120 с. 260с.
9. Менякина, А.Г. «Медико-биологические основы безопасности» Методические указания к лабораторно-практическим занятиям для студентов направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность. - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 120 с.
10. Менякина, А.Г. «Медико-биологические основы безопасности» Методические указания к лабораторно-практическим занятиям для студентов направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность. - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 120 с.
11. Панова Т.В. Практикум для выполнения лабораторных работ на лабораторном стенде «Электробезопасность» / Т.В. Панова, В.В. Осипенко. / - Брянск: Издательство Брянск: Брянский ГАУ, 2015. - 50 с.

12. Панова, Т.В. Основы радиационной безопасности. Методические указания к практическим работам./ Т.В. Панова, М.В. Панов, Г.Д. Захарченко. - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 110 с.
13. Белов С.В. БЖД и защита окружающей среды .- М.: Юрайт, 2013
14. Михайлов Л. А. Социальные опасности и защита от них . - М.: Академия, 2012.
15. Юртушкин В. Н. Чрезвычайные ситуации. Защита населения и территорий.-М.: Кнорус, 2014.
16. Максимов М.Т. ,Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерение. - М.: Энергоатомиздат, 2009. - 304 с.
17. Кожара В.И. и др. Радиационная, химическая разведка, дозиметрический и химический контроль: Учебное пособие. - СПб.: СПбГТУ, 2011.- 102 с.
18. ГОСТ Р 22.3.04-95. БЧС. Контроль радиационной безопасности населения.
ГОСТ Р 22.8.06-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на радиационно - опасных объектах.
19. Матвеев А.В. Современные приборы радиационной разведки и дозиметрического контроля: Каталог. - СПб.: СПбГУАП. 2009. - 230 с.
20. Методические рекомендации по ликвидации последствий радиационных и химических аварий // Часть 1. Ликвидация последствий радиационных аварий / В.А. Владимиров, А.Г. Лукьянченков, К.Н. Павлов,
21. В.А. Пучков, Р.Ф. Садиков, А.И. Ткачев / Под общ. ред. д-ра техн. наук.
22. В.А. Владимирова. - М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС, 2014. - 260 с.
23. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от тонизирующих излучений. 4-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 2011.

Учебное издание

Растягаев Владимир Иванович

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ

Подписано к печати 26.11.2015 г. Формат 60x84 1/16
Бумага печатная. Усл. п.л. 2,79. Тираж 25 экз. Изд. № 3960.

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