

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

Кафедра «Охрана труда»

А. Н. КИШКУН, В. В. БЛИНШЕВ

**МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ
И ИЗМЕРЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ
ИЗЛУЧЕНИЙ, КОНЦЕНТРАЦИИ
ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Учебно-методическое пособие

Гомель 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Охрана труда»

А. Н. КИШКУН, В. В. БЛИНШЕВ

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ, КОНЦЕНТРАЦИИ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

*Одобрено методической комиссией факультета
«Управление процессами перевозок»
в качестве учебно-методического пособия*

Гомель 2013

УДК 614.876 (075.8)
ББК 51.26
К46

Рецензент – начальник цикла кафедры военно-специальной подготовки **П. Г. Демидов** (УО «БелГУТ»)

Кишкун А. Н.

К46 Методы обнаружения и измерения радиоактивных излучений, концентрации отравляющих веществ : учеб.-метод. пособие / А. Н. Кишкун, В. В. Блиншев ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 30 с.
ISBN 978-985-554-208-8

Изложены методы обнаружения и измерения радиоактивных излучений, отравляющих и сильнодействующих ядовитых веществ, назначение, устройство и порядок подготовки приборов к работе.

Предназначено для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность (цикл ГО)» студентами всех специальностей и самостоятельного изучения дисциплины.

УДК 614.876 (075.8)
ББК 51.26

ISBN 978-985-554-208-8

© Кишкун А. Н., Блиншев В. В., 2013
© Оформление. УО «БелГУТ», 2013

1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Общие сведения

Опасность поражения людей радиоактивными, отравляющими и сильнодействующими ядовитыми веществами требует быстрого и правильного выявления и оценки радиационной и химической обстановки в условиях заражения.

Для обнаружения и измерения ионизирующих излучений применяются дозиметрические приборы. Основными из них являются индикаторы радиоактивности, измерители мощности дозы (рентгенметры) и приборы контроля радиоактивного облучения (дозиметры).

Для обнаружения отравляющих и сильнодействующих ядовитых веществ и определения их концентрации применяются приборы химической разведки.

Цель пособия – ознакомить студентов с назначением, устройством, основными характеристиками и принципом работы приборов радиационной и химической разведки, применяемых для контроля состояния окружающей среды, изучить порядок подготовки их к работе и методики проведения измерений.

1.2 Требования безопасности при выполнении лабораторной работы

К выполнению лабораторной работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по охране труда при работе с изучаемыми приборами.

Выполнение работы одним студентом в лаборатории не допускается.

Включение приборов производится после проверки преподавателем правильности подключения их к сети.

Не допускается производить переключение в приборах, не предусмотренное порядком выполнения работы.

Измерение концентраций вредных веществ индикаторными трубками проводят лица, прошедшие обучение и допущенные к работе по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

При вскрытии трубок необходимо соблюдать все меры предосторожности при работе со стеклом, применяя специальные приспособления и средства защиты.

2 ПРИБОРЫ РАДИАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ И ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

2.1 Виды доз и единицы измерения ионизирующих излучений

Основным параметром, характеризующим поражающее действие радиации, является доза излучения.

Рентгеновское и гамма-излучение, потоки альфа-частиц, электронов, позитронов, протонов и нейтронов называют ионизирующими излучениями, так как при прохождении через вещество они производят ионизацию его атомов и молекул. Ионизация – это процесс превращения нейтральных молекул и атомов среды (вещества) в электрически заряженные частицы (ионы). Количественной мерой воздействия любого вида излучения на объект является доза.

Различают экспозиционную, поглощённую и эквивалентную дозы.

Экспозиционная доза – это количество энергии излучения в воздухе. Она характеризует потенциальную опасность воздействия ионизирующих излучений при общем и равномерном облучении тела человека. Экспозиционная доза в системе единиц СИ измеряется в кулонах на килограмм (Кл/кг). Внесистемной единицей экспозиционной дозы излучения является рентген (Р); $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$.

Рентген (Р) – это доза гамма-излучения, под действием которой в 1 см^3 сухого воздуха при нормальных условиях (температура $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и давление 760 мм рт. ст.) создаются ионы, несущие одну электростатическую единицу количества электричества каждого знака. Дозе в 1 Р соответствует образование $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов в 1 см^3 воздуха.

Мощность экспозиционной дозы – это приращение экспозиционной дозы за малый промежуток времени. В системе СИ мощность экспозиционной дозы измеряется в Кл/кг · с. Внесистемная единица измерения – Р/ч.

Поглощенная доза более точно характеризует воздействие ионизирующих излучений на биологические ткани. В системе единиц СИ она измеряется в грях (Гр). 1 Гр – это такая поглощенная доза, при которой 1 кг облучаемого вещества поглощает энергию в 1 Дж , следовательно, $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Внесистемной единицей поглощенной дозы излучения является рад. Доза в 1 рад означает, что в каждом грамме вещества, подвергшегося облучению, поглощено 100 эрг энергии. Достоинства рада как дозиметрической единицы в том, что его можно использовать для измерения доз любого вида излучений в любой среде. $1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр}$ или $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$; $1 \text{ рад} = 1,14 \text{ Р}$ или $1 \text{ Р} = 0,87 \text{ рад}$.

Для оценки биологического действия ионизирующих излучений используется **эквивалентная доза**. Она равна произведению поглощенной

дозы на так называемый коэффициент качества (K). Для рентгеновского, гамма- и бета-излучений $K = 1$.

В качестве единицы эквивалентной дозы в системе СИ используется зиверт (Зв), внесистемной единицей является биологический эквивалент рада (бэр); $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр} = 1 \text{ Гр} \cdot K$.

Мощность дозы излучения (уровень радиации) – величина дозы ионизирующего излучения, отнесенная к единице времени (1 ч). В международной системе единицей измерения мощности дозы принят грей в 1 ч (Гр/ч). Практическими, единицами измерения мощности дозы гамма-излучения (уровня радиации) приняты рентген в 1 ч (Р/ч) или рад в 1 ч (рад/ч).

2.2 Принцип и методы обнаружения и измерения ионизирующих излучений

Принцип обнаружения ионизирующих (радиоактивных) излучений (нейтронов, гамма-лучей, бета- и альфа-частиц) основан на способности этих излучений ионизировать вещество среды, в которой они распространяются. Ионизация, в свою очередь, является причиной физических и химических изменений в веществе, которые могут быть обнаружены и измерены. К таким изменениям среды относятся изменения электропроводности веществ (газов, жидкостей, твердых материалов); люминесценция (свечение) некоторых веществ; засвечивание фотопленок; изменение цвета, окраски, прозрачности, сопротивления электрическому току некоторых химических растворов и др.

Для обнаружения и измерения ионизирующих излучений используют следующие методы: фотографический, сцинтилляционный, химический и ионизационный.

Фотографический метод основан на степени почернения фотоэмульсии. Под воздействием ионизирующих излучений молекулы бромистого серебра, содержащегося в фотоэмульсии, распадаются на серебро и бром. При этом образуются мельчайшие кристаллики серебра, которые и вызывают почернение фотопленки при ее проявлении. Плотность почернения пропорциональна поглощенной энергии излучения. Сравнивая плотность почернения с эталоном, определяют дозу излучения (экспозиционную или поглощенную), полученную пленкой. На этом принципе основана работа индивидуальных фотодозиметров.

Сцинтилляционный метод. Некоторые вещества (сернистый цинк, йодистый натрий) под воздействием ионизирующих излучений светятся. Количество вспышек пропорционально мощности дозы излучения и регистрируется с помощью специальных приборов – фотоэлектронных умножителей.

Химический метод. Некоторые химические вещества под воздействием ионизирующих излучений меняют свою структуру. Так, хлороформ в воде при облучении разлагается с образованием соляной кислоты, которая дает цветную реакцию с красителем, добавленным к хлороформу. Двухвалентное железо в кислой среде окисляется в трехвалентное под воздействием свободных радикалов OH^\cdot , образующихся в воде при ее облучении. Трехвалентное железо с красителем дает цветную реакцию. По плотности окраски судят о дозе, излучения (поглощенной энергии). На этом принципе основана работа химических дозиметров.

В современных дозиметрических приборах широкое распространение получил ионизационный метод обнаружения и измерения ионизирующих излучений.

Ионизационный метод. Под воздействием излучений в изолированном объеме происходит ионизация газа: электрически нейтральные атомы (молекулы) газа разделяются на положительные и отрицательные ионы. Если в этот объем поместить два электрода, к которым приложено постоянное напряжение, то между электродами создается электрическое поле. При наличии электрического поля в ионизированном газе возникает направленное движение заряженных частиц, т. е. через газ проходит электрический ток, называемый ионизационным. Измеряя ионизационный ток, можно судить об интенсивности ионизирующих излучений.

Основным элементом прибора, работающего на основе ионизационного метода, является ионизационная камера (рисунок 1), или газоразрядный счетчик.

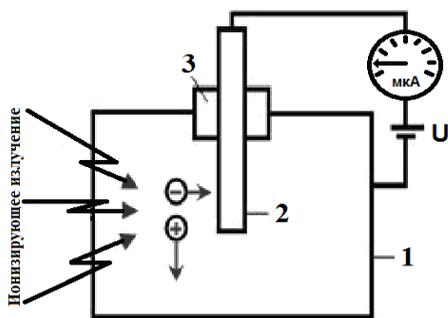


Рисунок 1 – Цилиндрическая ионизационная камера

Ионизационная камера состоит из металлического корпуса 1, заполненного газом, и металлического электрода 2, расположенного по оси корпуса и отделенного от него изолятором 3. К электродам камеры приложено напряжение от источника постоянного тока. При отсутствии ионизирующего излучения в цепи ионизационной

камеры тока не будет, поскольку воздух является изолятором. При воздействии же излучений в ионизационной камере молекулы воздуха ионизируются. В электрическом поле положительно заряженные частицы перемещаются к катоду, а отрицательные – к аноду. В цепи камеры возникает ионизационный ток, который регистрируется микроамперметром.

Числовое значение ионизационного тока пропорционально мощности излучения. Следовательно, по ионизационному току можно судить о мощности дозы излучений, воздействующих на камеру. Ионизационная камера работает в области насыщения.

Газоразрядный счетчик (рисунок 2) используется для измерения радиоактивных излучений малой интенсивности. Высокая чувствительность счетчика позволяет измерять интенсивность излучения в десятки тысяч раз меньше той, которую удастся измерить ионизационной камерой.

Газоразрядный счетчик представляет собой полый герметичный металлический или стеклянный цилиндр, заполненный разреженной смесью инертных газов (аргон, неон) с некоторыми добавками, улучшающими работу счетчика (пары спирта). Внутри цилиндра, вдоль его оси, натянута тонкая металлическая нить (анод), изолированная от цилиндра. Катодом служит металлический корпус или тонкий слой металла, нанесенный на внутреннюю поверхность стеклянного корпуса счетчика. К металлической нити и токопроводящему слою (катоду) подают напряжение электрического тока.

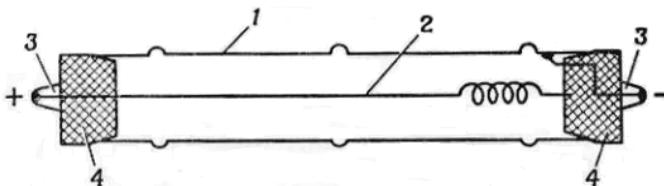


Рисунок 2 – Газоразрядный счётчик:

1 – корпус счётчика (катод); 2 – нить счётчика (анод); 3 – выводы; 4 – изоляторы

В газоразрядных счетчиках используют принцип усиления газового разряда. В отсутствие радиоактивного излучения свободных ионов в объеме счетчика нет. Следовательно, в цепи счетчика электрического тока также нет. При воздействии радиоактивных излучений в рабочем объеме счетчика образуются заряженные частицы. Электроны, двигаясь в электрическом поле к аноду счетчика, площадь которого значительно меньше площади катода, приобретают кинетическую энергию, достаточную для дополнительной ионизации атомов газовой среды. Выбитые при этом электроны также производят ионизацию. Таким образом, одна частица радиоактивного излучения, попавшая в объем смеси газовой среды, вызывает образование лавины свободных электронов. На нити счетчика собирается большое количество электронов. В результате этого положительный потенциал резко уменьшается и возникает электрический импульс. Регистрируя количество импульсов тока, возникающих в единицу

времени, можно судить об интенсивности радиоактивных излучений.

Ионизационный метод используется в работе большинства приборов.

2.3 Назначение, устройство, принцип работы приборов радиационной разведки и контроля радиоактивного заражения

Дозиметрические приборы предназначены:

- для контроля облучения – получения данных о поглощенных или экспозиционных дозах излучения людьми и сельскохозяйственными животными;

- контроля радиоактивного заражения радиоактивными веществами людей, сельскохозяйственных животных, а также техники, транспорта, оборудования, средств индивидуальной защиты, одежды, продовольствия, воды, фуража и других объектов;

- радиационной разведки – определения уровня радиации на местности.

Кроме того, с помощью дозиметрических приборов может быть определена наведенная радиоактивность в облученных нейтронными потоками различных технических средствах, предметах и грунте.

Для радиационной разведки и дозиметрического контроля на объекте используют дозиметры и измерители мощности экспозиционной дозы.

2.3.1 Общие сведения об измерителях мощности экспозиционной дозы

Приборы радиационной разведки предназначены для выявления ионизирующих излучений и определения их уровня.

Основные тактико-технические характеристики приборов приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Рентгенметры

Наименование	Назначение	Диапазон измерения	Погрешность измерения, %	Диапазон рабочих температур, °С
ДП-64	Для постоянного наблюдения и оповещения о наличии радиоактивного заражения	Более 0,2 Р/ч	–	–40...+50 при влажности до 98 %
ДП-ЗБ	Для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучений на местности	0,1–500 Р/ч	±30	–40...+50 при влажности 65±15 %
ДП-5В	Для измерения	0,05 мР/ч –	±10 (±15 на	–40...+50

	уровней гамма-радиации и радиоактивной заражённости различных предметов по гамма-излучению. Имеется возможность обнаружения бета-излучения	200 Р/ч	первом поддиапазоне)	при влажности 65±15 %
--	--	---------	----------------------	-----------------------

2.3.2 Индикатор-сигнализатор ДП-64

Индикатор-сигнализатор ДП-64 (рисунок 3) предназначен для постоянного наблюдения и оповещения о наличии радиоактивного заражения окружающей среды. Прибор работает в следящем режиме и обеспечивает звуковую и световую сигнализацию при достижении на местности мощности дозы гамма-радиации 0,2 Р/ч.

Технические данные. Прибор устанавливается на командных пунктах, убежищах гражданской обороны и дает возможность вести наблюдение, не выходя из помещения. Питается прибор переменным напряжением 127/220 В или от аккумулятора напряжением 6 В.

В комплект прибора входят:

- пульт сигнализации;
- датчик;
- соединительный кабель;
- кабель питания;
- укладочный ящик;
- формуляр;
- техническое описание.

В датчике размещены: детектор (поразрядный счетчик) и контрольный препарат стронций-90.

Подготовка прибора к работе.

Установить пульт на столе оператора или вблизи, закрепить датчик на открытой местности (с помощью штатива) на 1 м от поверхности земли, присоединить кабель к пульту сигнализации.

Вилку кабеля питания подключить к сети.

Тумблер "Вкл.-Выкл." поставить в положение "Вкл.", тумблер "Работа-Контроль" – в положение "Контроль", мигает лампочка "Сигнал", слышен звуковой сигнал. Прибор исправен.

Тумблер "Работа-Контроль" перевести в положение "Работа". Прибор готов к работе. С появлением радиоактивного заражения он подаёт звуковой и световой сигнал.

Преимуществом данного прибора является его надёжность и простота в эксплуатации, недостатком – низкая чувствительность.

2.3.3 Измеритель мощности дозы ДП-3Б

Прибор ДП-3Б предназначен для определения уровней радиации на местности, зараженной радиоактивными веществами. Его можно устанавливать на автомобилях, самолетах, вертолетах, речных катерах, тепловозах, а также в убежищах и противорадиационных укрытиях. Питание прибора осуществляется от источников постоянного тока напряжением 12 или 26 В.

В комплект прибора входят измерительный пульт, выносной блок, кабель питания с прямым разъемом, кабель с угловым разъемом для соединения пульта с выносным блоком, крепежные скобы, техническая документация и вспомогательные принадлежности. На панели

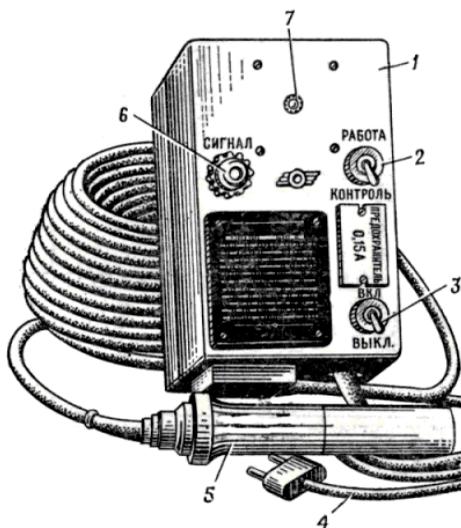


Рисунок 3 – Индикатор-сигнализатор ДП64:
 1 – пульт сигнализации; 2 – тумблер "Работа-Контроль"; 3 – тумблер питания; 4 – кабель питания;
 5 – датчик; 6 – лампочка; 7 – динамик

измерительного пульта размещены микроамперметр с двухрядной шкалой (цена деления верхней шкалы 0,05 Р/ч, нижней – 50 Р/ч), лампа световой индикации, лампа подсвета шкалы микроамперметра, указателя поддиапазонов, предохранители, кнопка «Проверка», переключатель поддиапазонов на шесть положений: выключено «Выкл.», включено «Вкл.», « $\times 1$ », « $\times 10$ », « $\times 100$ » и «500».

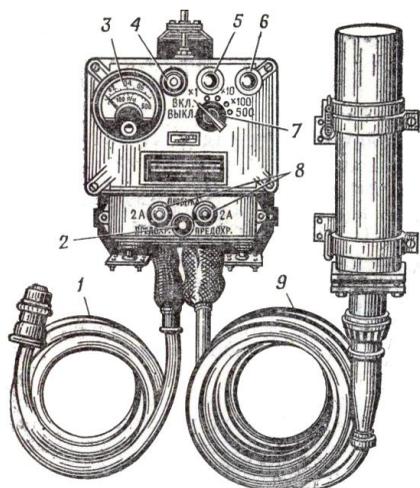


Рисунок 4 – Дозиметр мощности дозы (рентгенметр) ДП-3Б:

- 1 – кабель питания; 2 – кнопка проверки работоспособности прибора; 3 – микроамперметр; 4 – лампочка подсвета шкал микроамперметра и указателя поддиапазонов; 5 – указатель положения переключателя поддиапазонов; 6 – лампочка световой индикации; 7 – переключатель поддиапазонов; 8 – датчик (выносной блок); 9 – соединительный кабель выносного блока

стрелка зашкаливает, переключатель последовательно устанавливать в положение второго, третьего и четвертого поддиапазонов. Показания на первых трех поддиапазонах снимать по верхней шкале и умножать их соответственно на коэффициенты 1, 10, 100. На четвертом поддиапазоне показания снимать по нижней шкале без умножения на какой-либо коэффициент.

В подготовку прибора ДП-3Б к работе входит проверка комплекта, внешний осмотр прибора и принадлежностей, сборка прибора, подключение к цепи питания и проверка работоспособности.

Работоспособность прибора проверяется в положении переключателя «Вкл.» нажатием кнопки «Проверка». При этом стрелка микроамперметра должна находиться в пределах 0,4–0,8 Р/ч, а индикаторная лампа давать частые вспышки или гореть непрерывно.

Перед измерением уровней радиации переключатель поставить в положение «Вкл.» и выждать, пока стрелка микроамперметра не установится в пределах зачерненного участка шкалы. Затем переключатель поставить в положение первого поддиапазона (« $\times 1$ ») и через 30 с отсчитать показания по верхней шкале микроамперметра. Если

2.3.4 Измеритель мощности дозы (рентгенметр) ДП-5Б

ДП-5В (рисунок 5) предназначен для измерения уровней радиации на местности и радиоактивной зараженности различных предметов по гамма-излучению. Мощность гамма-излучения определяется в миллирентгенах или рентгенах в час для той точки пространства, в которой помещен при измерениях соответствующий счетчик прибора.

Кроме того, имеется возможность обнаружения бета-излучения.

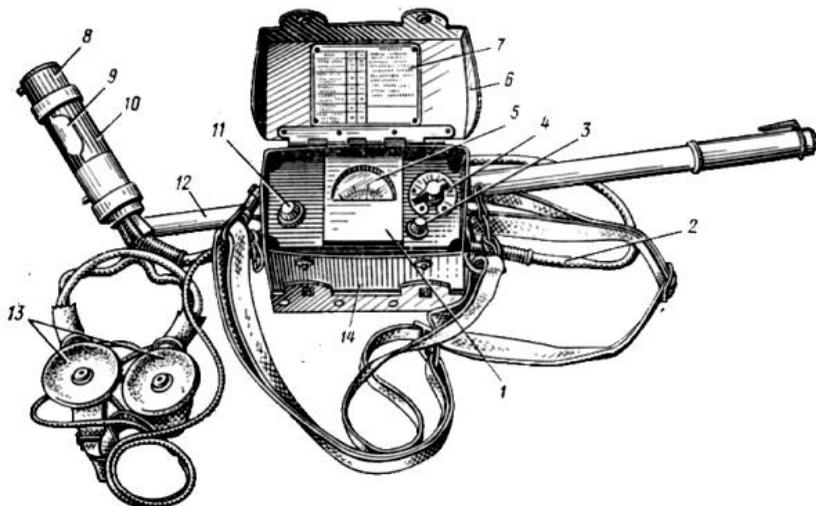


Рисунок 5 – Измеритель мощности дозы ДП-5В:

- 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

Диапазон измерений по гамма-излучению от 0,05 мР/ч до 200 Р/ч в диапазоне энергий гамма-квантов от 0,084 до 1,25 Мэв. Прибор ДП-5В имеет шесть поддиапазонов измерений (таблица 2). Отсчет показаний приборов производится по нижней шкале микроамперметра в Р/ч, по верхней шкале – в мР/ч с последующим умножением на соответствующий коэффициент поддиапазона. Участки шкалы от нуля до первой значащей цифры являются нерабочими.

Т а б л и ц а 2 – Поддиапазоны измерений прибора ДП-5В

Поддиапазон	Положение ручки переключателя	Шкала	Единица измерения	Предел измерения
I	200	0–200	Р/ч	5–200
II	× 1000	0–5	мР/ч	500–5000
III	× 100	0–5	мР/ч	50–500
IV	× 10	0–5	мР/ч	5–50
V	× 1	0–5	мР/ч	0,5–5
VI	× 0,1	0–5	мР/ч	0,05–0,5

Прибор имеет звуковую индикацию на всех поддиапазонах, кроме первого. Звуковая индикация прослушивается с помощью головных телефонов 13 (см. рисунок 5).

Питание приборов осуществляется от трех сухих элементов типа КБ-1 (один из них для подсвета шкалы), которые обеспечивают непрерывность работы в нормальных условиях не менее 55 ч. Прибор может подключаться к внешнему источнику постоянного тока напряжением 24 В, имея для этой цели делитель напряжения с кабелем длиной 10 м.

Устройство прибора ДП-5В. В комплект прибора входят футляр с ремнями; удлинительная штанга; делитель напряжения; комплект эксплуатационной документации и запасного имущества; телефон и укладочный ящик.

Прибор состоит (см. рисунок 5) из измерительного пульта; блока детектирования в 8, соединенного с пультом гибким кабелем 2; контрольного стронциево-иттриевого источника бета-излучения для проверки работоспособности приборов на блоке детектирования.

Измерительный пульт состоит из панели и кожуха. На панели измерительного пульта размещены: микроамперметр с двумя измерительными шкалами 5; переключатель поддиапазонов 4; кнопка сброса показаний («Сброс») 3; тумблер подсвета шкалы 11. Панель крепится к кожуху двумя невыпадающими винтами. Элементы схемы прибора смонтированы на шасси, соединенном с панелью при помощи шарнира и винта. Внизу кожуха имеется отсек для размещения источников питания. При отсутствии элементов питания сюда может быть подключен делитель напряжения от источников постоянного тока. Воспринимающими устройствами приборов являются два газоразрядных счетчика (СБМ-20 и СИЗБГ), установленные в блоке детектирования.

Зонд и блок детектирования 8 представляет собой стальной цилиндрический корпус с окном для индикации бета-излучения, заклеенным этилцеллюлозной водостойкой пленкой, через которую проникают бета-частицы. На корпус надет металлический поворотный экран, который

фиксируется в двух положениях («Г» и «Б») на зонде и в трех положениях («Г», «Б» и «К») на блоке детектирования. В положении «Г» окно корпуса закрывается экраном и в счетчик могут проникать только гамма-лучи. При повороте экрана в положение «Б» окно корпуса открывается и бета-частицы проникают к счетчику. В положении «К» контрольный источник бета-излучения, который укреплен в углублении на экране, устанавливается против окна и в этом положении проверяется работоспособность прибора ДП-5В.

На корпусах зонда и блока детектирования имеется по два выступа, с помощью которых они устанавливаются на обследуемые поверхности при индикации бета-зараженности. Внутри корпуса находится плата, на которой смонтированы газоразрядные счетчики, усилитель-нормализатор и электрическая схема.

Футляр прибора состоит из трех отсеков (для размещения пульта, блока детектирования и запасных элементов питания). В крышке футляра имеются окна для наблюдения за показаниями прибора. Для ношения прибора к футляру присоединяются два ремня.

Головные телефоны *13* состоят из двух малогабаритных телефонов типа ТГ-7М и оголовья из мягкого материала. Они подключаются к измерительному пульту и фиксируют наличие радиоактивных излучений: чем выше мощность излучений, тем чаще звуковые щелчки.

Из запасных частей в комплект прибора входят чехлы для зонда, колпачки, лампочки накаливания, отвертка, винты.

Подготовка прибора к работе проводится в следующем порядке:

- извлечь прибор из укладочного ящика, открыть крышку футляра, провести внешний осмотр, пристегнуть к футляру поясной и плечевой ремни;

- вынуть зонд или блок детектирования; присоединить ручку к зонду, а к блоку детектирования – штангу (используемую как ручку);

- установить корректором механический нуль на шкале микроамперметра; подключить источники питания;

- включить прибор, поставив ручки переключателей поддиапазонов в положение: «▲» (контроль режима). При этом стрелка прибора должна установиться в режимном секторе. Если стрелка микроамперметра не входит в режимный сектор, необходимо заменить источники питания.

Проверку работоспособности приборов проводят на всех поддиапазонах, кроме первого («200»), с помощью контрольных источников, для чего экраны зонда и блока детектирования устанавливают в положениях «Б» и «К» соответственно и подключают телефоны. Переводя последовательно переключатель поддиапазонов в положения « $\times 1000$ », « $\times 100$ », « $\times 10$ », « $\times 1$ » и « $\times 0,1$ », наблюдают за показаниями прибора и прослушивают щелчки в телефонах. Стрелки микроамперметра должны зашкаливать на VI и V

поддиапазонах, отклоняться на IV, а на III и II могут не отклоняться из-за недостаточной активности контрольных бета-источников.

После этого ручки переключателей поставить в положение «▲»; нажать кнопку «Сброс»; повернуть экраны в положение «Г». Прибор готов к работе.

Радиационную разведку местности, с уровнями радиации от 0,5 до 5 Р/ч, производят на втором поддиапазоне (зонд и блок детектирования с экраном в положении «Г» остаются в кожухе прибора), а свыше 5 Р/ч – на первом поддиапазоне. При измерении прибор должен находиться на высоте 0,7–1 м от поверхности земли.

Степень радиоактивного заражения кожных покровов людей, их одежды, сельскохозяйственных животных, техники, оборудования, транспорта и т. п. определяется в такой последовательности. Измеряют гамма-фон в месте, где будет определяться степень заражения объекта, но не менее 15–20 м от обследуемого объекта. Затем зонд (блок детектирования) упорами вперед подносят к поверхности объекта на расстояние 1,5–2 см и медленно перемещают над поверхностью объекта (экран зонда в положении «Г»). Из максимальной мощности экспозиционной дозы, измеренной на поверхности объекта, вычитают гамма-фон. Результат будет характеризовать степень радиоактивного заражения объекта.

Для определения наличия наведенной активности техники, подвергшейся воздействию нейтронного излучения, производят два измерения: снаружи и внутри техники. Если результаты измерений близки между собой, это означает, что техника имеет наведенную активность.

Для обнаружения бета-излучений необходимо установить экран зонда в положении «Б», поднести к обследуемой поверхности на расстоянии 1,5–2 см. Ручку переключателя поддиапазонов последовательно поставить в положения «×0,1», «×1», «×10» до получения отклонения стрелки микроамперметра в пределах шкалы. Увеличение показаний прибора на одном и том же поддиапазоне по сравнению с гамма-измерением показывает наличие бета-излучения. Если надо выяснить, с какой стороны заражена поверхность брезентовых тентов, стен и перегородок сооружений и других прозрачных для гамма-излучений объектов, то производят два замера в положении зонда «Б» и «Г». Поверхность заражена с той стороны, с которой показания прибора в положении зонда «Б» заметно выше.

При определении степени радиоактивного заражения воды отбирают две пробы общим объемом 1,5–10 л. Одну – из верхнего слоя водоисточника, другую – с придонного слоя. Измерения производят зондом в положении «Б», располагая его на расстоянии 0,5–1 см от поверхности воды, и снимают показания, по верхней шкале.

На шильдиках крышек футляров даны сведения о допустимых нормах радиоактивного заражения и указаны поддиапазоны, на которых они измеряются.

2.4 Назначение, устройство, принцип работы приборов дозиметрического контроля

2.4.1 Общие сведения о комплектах индивидуальных дозиметров

Дозиметры предназначены для измерения индивидуальных экспозиционных (поглощённых) доз гамма-излучения.

В практике полевых измерений наиболее часто применяются комплекты индивидуальных дозиметров ДП-22В, ДП-24, ИД-1, ИД-11, характеристика которых приведена в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Дозиметры

Наименование	Назначение	Диапазон измерения	Погрешность измеренной дозы, %	Диапазон рабочих температур, °С	Основные данные по комплектности
Комплект дозиметров ДП-22В	Для измерения экспозиционных доз гамма-излучения	2–50 Р	±10	–40...+50	ДКП-50А – 50 шт. Зарядное устройство ЗД-5 – 1 шт.
Комплект дозиметров ДП-24	То же	2–50 Р	±10	–40...+50	ДКП-50А – 5 шт. Зарядное устройство ЗД-5 – 1 шт.
Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1	Для измерения поглощенных доз гамма нейтронного излучения	20–500 рад	±20	–50...+50	ИД-1 – 10 шт. Зарядное устройство ЗД-6 – 1 шт.
Комплект индивидуальных дозиметров ИД-11	То же	10–1500 рад	±15	–30...+50	ИД-11 – 500 шт.

2.4.2 Комплекты индивидуальных дозиметров ДП-22В, ДП-24

Комплекты индивидуальных дозиметров ДП-22В и ДП-24, имеющих дозиметры карманные прямо показывающие ДКП-50А, предназначенные для контроля экспозиционных доз гамма-облучения, получаемых людьми при работе на зараженной радиоактивными веществами местности или при работе с открытыми и закрытыми источниками ионизирующих излучений.

Комплект дозиметров ДП-22В (рисунок 6) состоит из зарядного

устройства 2-го типа ЗД-5 и 50 индивидуальных дозиметров карманных прямо-показывающих 1-го типа ДКП-50А. В отличие от ДП-22В комплект дозиметров ДП-24 имеет пять дозиметров ДКП-50А.

Зарядное устройство 2 предназначено для зарядки дозиметров ДКП-50А. В корпусе ЗД-5 размещены: преобразователь напряжения, выпрямитель высокого

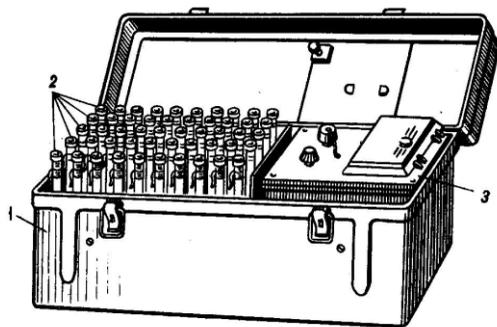


Рисунок 6 – Комплект индивидуальных дозиметров ДП-22В:

1 – дозиметры ДКП-50А; 2 – зарядное устройство ЗД-5;
3 – укладочный ящик

напряжения, потенциометр-регулятор напряжения, лампочка для подсветки зарядного гнезда, микровыключатель и элементы питания. Питание осуществляется от двух сухих элементов, обеспечивающих непрерывную работу прибора не менее 30 ч при токе потребления 200 мА. Напряжение на выходе зарядного устройства плавно регулируется в

пределах от 180 до 250 В.

Дозиметр карманный прямопоказывающий ДКП-50А предназначен для измерения экспозиционных доз гамма-излучения. Конструктивно он выполнен в форме авторучки (рисунок 7). Дозиметр состоит из дюралевого корпуса 1, в котором расположены ионизационная камера с конденсатором, электроскоп, отсчетное устройство и зарядная часть.

Основная часть дозиметра – малогабаритная ионизационная камера 2, к которой подключен конденсатор 4 с электроскопом. Внешним электродом системы камера – конденсатор является дюралевый цилиндрический корпус 1, внутренним электродом – алюминиевый стержень 5. Электроскоп образует изогнутая часть внутреннего электрода (держатель) и приклеенная к нему платинированная визирная нить (подвижной элемент) 3.

В передней части корпуса расположено отсчетное устройство – микроскоп с 90-кратным увеличением, состоящий из окуляра 9, объектива 12 и шкалы 10. Шкала имеет 25 делений (от 0 до 50). Цена одного деления соответствует двум рентгенам. Шкалу и окуляр крепят фасонной гайкой.

В задней части корпуса находится зарядная часть, состоящая из диафрагмы 7 с подвижным контактным штырем 6. При нажатии штырь 6 замыкается с внутренним электродом ионизационной камеры. При снятии нагрузки контактный штырь диафрагмой возвращается в исходное положение. Зарядную часть дозиметра предохраняет от загрязнения

защитная оправа 8. Дозиметр крепится к карману одежды с помощью держателя 11.

Принцип действия дозиметра подобен действию простейшего электроскопа. В процессе зарядки дозиметра визирная нить 3 электроскопа отклоняется от внутреннего электрода 5 под влиянием сил электростатического отталкивания. Отклонение нити зависит от приложенного напряжения, которое при зарядке регулируют и подбирают так, чтобы изображение визирной нити совместилось с нулем шкалы отсчетного устройства.

При воздействии гамма-излучения на заряженный дозиметр в рабочем объеме камеры возникает ионизационный ток. Ионизационный ток уменьшает первоначальный заряд конденсатора и камеры, а следовательно, и потенциал внутреннего электрода. Изменение потенциала, измеряемого электроскопом, пропорционально экспозиционной дозе гамма-излучения. Изменение потенциала внутреннего электрода приводит к уменьшению сил электростатического отталкивания между визирной нитью и держателем электроскопа. В результате визирная нить сближается с держателем, а изображение ее перемещается по шкале отсчетного устройства. Держа дозиметр против света и наблюдая через окуляр за нитью, можно в любой момент произвести отсчет полученной экспозиционной дозы излучения.

Дозиметр ДКП-50А обеспечивает измерение индивидуальных экспозиционных доз гамма-излучения в диапазоне от 2 до 50 Р при мощности экспозиционной дозы излучения от 0,5 до 200 Р/ч. Саморазряд дозиметра в нормальных условиях не превышает двух делений за сутки.

Зарядка дозиметра ДКП-50А производится перед выходом на работу в

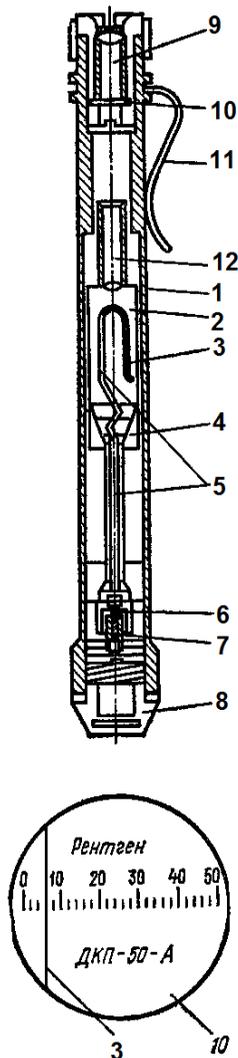


Рисунок 7 – Дозиметр ДКП-50А со шкалой

район радиоактивного заражения (действия гамма-излучения) в следующем порядке:

- отвинтить защитную оправу дозиметра (пробку со стеклом) и защитный колпачок зарядного гнезда ЗД-5;
- ручку потенциометра зарядного устройства повернуть влево до отказа;
- дозиметр вставить в зарядное гнездо зарядного устройства, при этом включается подсветка зарядного гнезда и высокое напряжение;
- наблюдая в окуляр, слегка нажать на дозиметр и, поворачивая ручку потенциометра вправо, установить нить на «0» шкалы, после чего вынуть дозиметр из зарядного гнезда;
- проверить положение нити на свет: ее изображение должно быть на отметке «0», завернуть защитную оправу дозиметра и колпачок зарядного гнезда.

Экспозиционную дозу излучения определяют по положению нити на шкале отсчетного устройства. Отчет необходимо производить при вертикальном положении нити, чтобы исключить влияние на показание дозиметра прогиба нити от веса.

2.4.3 Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1

Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1 обеспечивает измерение поглощённых доз гамма-нейтронного излучения в диапазоне от 20 до 500 рад с мощностью дозы до 360000 рад/ч.

Прибор состоит из 10 индивидуальных дозиметров ИД-1 и зарядного устройства ЗД-6 (рисунок 8). Дозиметр ИД-1 выполнен в форме авторучки и состоит из микроскопа, ионизационной камеры, электроскопа, конденсатора, корпуса и контактной группы.

Окуляр увеличивает изображение в 90 раз, состоит из объектива, отсчетной шкалы. Шкала имеет 25 делений, цена одного деления 20 рад. Пределы измерения от 0 до 500 рад.

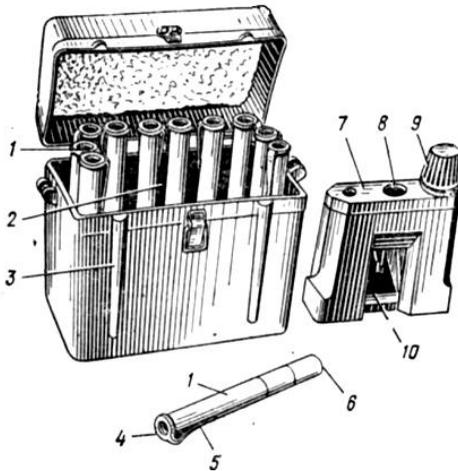


Рисунок 8 – Комплект измерителей дозы ИД-1:

1 – измеритель дозы ИД-1; 2 – гнездо для зарядного устройства; 3 – футляр; 4 – окуляр; 5 – держатель; 6 – защитная оправа; 7 – зарядное устройство ЗД-6; 8 – зарядное гнездо;

9 – маховик зарядного узла; 10 – поворотное зеркало

источник света;

4) нажать на дозиметр и, наблюдая в окуляр, поворачивать ручку зарядного устройства по часовой стрелке до тех пор, пока изображение нити на шкале не установится на «0» после чего вынуть дозиметр из гнезда;

5) проверить положение нити на свет, её изображение должно быть на «0».

Дозиметр во время работы в поле действия радиоактивного излучения необходимо носить в кармане одежды, периодически наблюдая величину дозы гамма-нейтронного излучения, полученную во время работы. По окончании работы сдать дозиметр дозиметристу, который занесёт в журнал полученную дозу облучения. Учёт доз ведется нарастающим итогом. Номер расчёта (человек), получивший предельно допустимую дозу облучения, к работе на заражённой территории в течение года не допускается.

2.4.4 Комплект индивидуальных дозиметров ИД-11

В комплект индивидуальных дозиметров ИД-11 входит измеритель дозы (рисунок 9). Он предназначен для измерения поглощённой дозы гамма-нейтронного излучения в диапазоне от 10 до 1500 рад.

Для измерения полученной дозы дозиметр вводится в гнездо измерительного устройства, на панели высвечивается величина дозы.

Технические данные.

Масса комплекта 18 кг, масса одного дозиметра 25 г.

Питание измерительного устройства от сети 220 В или от

аккумулятора 12 В. Комплект состоит из измерительного устройства и 500 штук дозиметров ИД-11. Дозиметр накапливает дозу при облучении и сохраняет её в течение 12 месяцев.

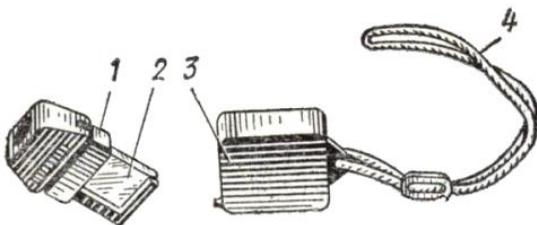


Рисунок 9 – Измеритель дозы ИД-11:
1 – держатель; 2 – пластина алюмофосфатного стекла, активированного серебром; 3 – корпус; 4 – шнур

Контрольные вопросы

- 1 Величины, используемые для оценки воздействия ионизирующего излучения
- 2 Методы обнаружения и измерения радиоактивных излучений
- 3 В чём заключается сущность ионизационного метода измерения ионизирующих излучений?
- 4 Какие рентгенметры Вы знаете?
- 5 Порядок измерения рентгенметром ДП-5В.
- 6 Для чего предназначены индивидуальные дозиметры?
- 7 Какие прямопоказывающие дозиметры Вы знаете?
- 8 Порядок подзарядки дозиметра ИД-1.

3 ПРИБОРЫ ХИМИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

3.1 Принципы и методы обнаружения отравляющих веществ

Для обнаружения отравляющих веществ в воздухе, на местности, транспорте и других объектах используют газосигнализаторы и приборы химической разведки или производят забор проб для их отправки на анализ в химических лабораториях.

Принцип обнаружения и определения ОВ приборами химической разведки основан на изменении окраски индикаторов при взаимодействии их с ОВ. В зависимости от того, какой был взят индикатор и как он изменил окраску, определяют тип ОВ, а сравнение полученной окраски с цветным эталоном позволяет судить о приблизительной концентрации ОВ в воздухе или о плотности заражения.

Для обнаружения и измерения отравляющих веществ в воздухе и на различных предметах используются следующие методы:

- хроматографический;
- спектрометрический;
- фотометрический;
- химический;
- органолептический.

В практической деятельности чаще всего применяют органолептический и химический методы.

Органолептический метод применим для визуального обнаружения газового облака, выявления капель и маслянистых пятен на местности. Характер запаха и раздражающего действия отравляющих и ядовитых веществ для ориентировочного определения его вида можно учитывать только на основании анамнестических данных, полученных у лиц, оказавшихся в очаге заражения без средств индивидуальной защиты. Применение этого метода нередко бывает невозможно в связи с отсутствием у некоторых веществ запаха, цвета, раздражающего действия и из-за опасности поражения вследствие их высокой токсичности.

Химический метод базируется на способности отравляющих веществ взаимодействовать со специально подобранными реактивами, которые при этом окрашиваются в тот или иной цвет. В зависимости от того, какой был взят индикатор и как он изменил окраску, определяют тип вещества, а сравнение интенсивности полученной окраски с цветным эталоном позволяет судить о его приблизительной концентрации в воздухе или о плотности заражения.

3.2 Назначение, устройство, принцип работы приборов химической разведки

3.2.1 Автоматический газосигнализатор ГСП-11

Автоматический газосигнализатор ГСП-11 (рисунок 10) предназначен для непрерывного контроля воздуха в целях определения наличия в нем паров

фосфорорганических отравляющих веществ. (ФОВ): зарина, зомана и V-газов. При обнаружении в воздухе ОВ прибор подает звуковой и световой сигналы. ГСП-11 устанавливается на химических разведывательных машинах. Он работоспособен при температурах от -40 до $+40$ °С.

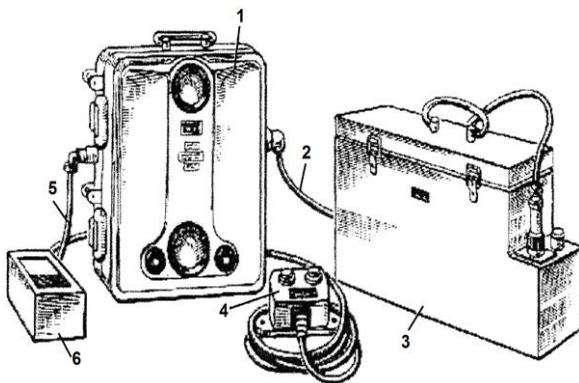


Рисунок 10 – Автоматический газосигнализатор ГСП-11:

1 – датчик; 2 – кабель питания; 3 – батарея аккумуляторов; 4 – пульт выносной сигнализации; 5 – кабель; 6 – комплект ЗИП

В качестве источников питания прибора служат аккумуляторы КН-22. Питание термостатических нагревателей прибора осуществляется от бортовой сети машины напряжением 12 В. Продолжительность работы без смены аккумуляторов – не менее 6 ч.

Продолжительность непрерывной работы прибора без перезарядки индикаторными средствами на первом диапазоне – 2 ч, на втором – 10–12 ч. Время переснаряжения индикаторными средствами – не более 10 мин.

Воздухоподогреватель обеспечивает подогрев анализируемого воздуха от 20 до 40 °С при температуре наружного воздуха ниже $+10$ °С. Рабочая температура внутри датчика автоматически поддерживается от 28 до 30 °С.

Масса датчика – 12 кг, пульта выносной сигнализации – 0,5 кг, ящика с аккумуляторами – 15 кг.

Анализируемый воздух просасывается ротационным насосом через индикаторную ленту, которая последовательно смачивается бесцветным и красным растворами. Смоченная растворами лента после воздействия на нее просасываемого воздуха попадает в фотоблок, где лента просвечивается лучом, падающим на светочувствительный аппарат. При наличии в воздухе ОВ красная окраска на ленте сохраняется, при отсутствии ОВ изменяется до желтой.

Красная окраска ленты при наличии ОВ регистрируется фотоблоком, который включает световую и звуковую сигнализации.

При подготовке прибора к работе необходимо: снарядить прибор растворами и индикаторной лентой; протереть датчик; настроить прибор по светофильтру; включить воздушонагреватель.

Прибор включают в работу после загорания синей лампы, регулируют расход воздуха и ведут наблюдение за работой прибора. При появлении ОВ загорается желтая лампа и появляется звуковой сигнал.

3.2.2 Войсковой прибор химической разведки ВПХР

Устройство ВПХР. Прибор состоит (рисунок 11) из корпуса с крышкой и размещенных в них: ручного насоса 1, насадки к насосу 3, бумажных кассет

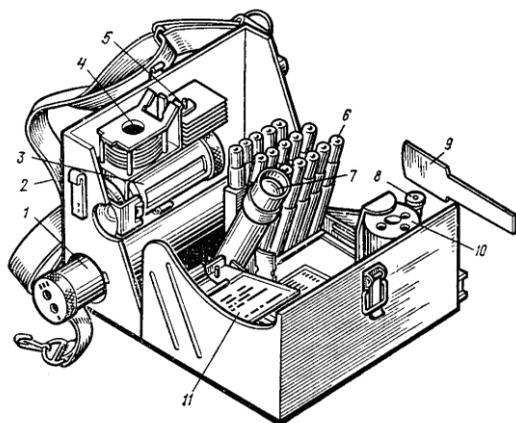


Рисунок 11 – Войсковой прибор химической разведки.

с индикаторными трубками 11, защитных колпачков 4, противодымных фильтров 5, электрофонаря 7, грелки 10 и патронов к ней 6. Кроме того, в комплект прибора входит лопатка для взятия проб 9, штырь 8, «Инструкция по эксплуатации», памятка по работе с прибором, памятка по определению ОВ типа зоман в воздухе,

плечевой ремень 2 с тесьмой. Масса прибора – 2,3 кг, чувствительность к фосфорорганическим ОВ – до $5 \cdot 10^{-6}$ мг/л, к фосгену, синильной кислоте и хлорциану – до $5 \cdot 10^{-3}$ мг/л, иприту – до $2 \cdot 10^{-3}$ мг/л; диапазон рабочих температур от -40 до $+40$ °С.

Ручной насос (поршневой) служит для прокачивания зараженного воздуха через индикаторную трубку, которую устанавливают для этого в гнездо головки насоса. При 50–60 качках насосом в 1 мин через индикаторную трубку проходит около 2 л воздуха. На головке насоса размещены нож для надреза и два углубления для обламывания концов индикаторных трубок; в ручке насоса – ампуловскрыватели.

Насадка к насосу является приспособлением, позволяющим увеличивать количество паров ОВ, проходящих через индикаторную трубку, при определении ОВ на почве и различных предметах, в сыпучих материалах, а

также обнаруживать ОВ в дыму и брать пробы дыма.

Индикаторные трубки, расположенные в кассетах (рисунок 12), предназначены для определения ОВ и представляют собой запаянные стеклянные трубки, внутри которых помещены наполнитель и ампулы с реактивами. Индикаторные трубки маркированы цветными кольцами и уложены в бумажные кассеты по 10 шт. На лицевой стороне кассеты дан цветной эталон окраски и указан порядок работы с трубками.

Защитные колпачки служат для предохранения внутренней поверхности воронки насадки от заражения каплями ОВ и для помещения проб почвы и сыпучих материалов при определении в них ОВ.

Противодымные фильтры применяют для определения ОВ в дыму, малых количеств ОВ в почве и сыпучих материалах, а также при взятии проб дыма. Они состоят из одного слоя фильтрующего материала (картона) и нескольких слоев капроновой ткани.

Грелка служит для подогрева индикаторных трубок при пониженной температуре окружающего воздуха от -40 до $+10$ °С. Она состоит из пластмассового корпуса с двумя проушинами, в которые вставляется штырь для прокола патрона, обеспечивающего нагревание. Внутри корпуса грелки имеются четыре металлические трубки: три малого диаметра для индикаторных трубок и одна большого диаметра для патрона.

Определение ОВ в воздухе. В первую очередь определяют пары ОВ *нервно-паралитического действия*, для чего необходимо взять две индикаторные трубки с красным кольцом и красной точкой. С помощью ножа на головке насоса надрезать, а затем отломить концы индикаторных трубок. Пользуясь ампуловскрыватьелем с красной чертой и точкой, разбить верхние ампулы обеих трубок и, взяв трубки за верхние концы, энергично встряхнуть их 2–3 раза. Одну из трубок (опытную) немаркированным концом вставить в насос и прокачать через нее воздух (5–6 раз), через

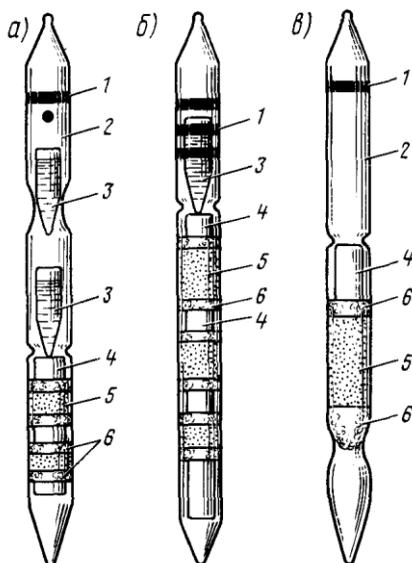


Рисунок 12 – Индикаторные трубки:
1 – маркировочные кольца; 2 – корпус трубки;
3 – ампула с реактивом;
4 – обтекатель; 5 – наполнитель;
6 – ватные тампоны

вторую (контрольную) воздух не прокачивается, и она устанавливается в штатив корпуса прибора.

Затем ампуловскрыватьелем разбить нижние ампулы обеих трубок и после встряхивания их наблюдать за переходом окраски контрольной трубки от красной до желтой. К моменту образования желтой окраски в контрольной трубке красный цвет верхнего слоя наполнителя опытной трубки указывает на опасную концентрацию ОВ (зарина, зомана или V-газов). Если в опытной трубке желтый цвет наполнителя появится одновременно с контрольной, то это указывает на отсутствие ОВ или малую его концентрацию. В этом случае определение ОВ в воздухе повторяют, но вместо 5–6 делают 30–40 прокачиваний насосом, и нижние ампулы разбивают после 2–3-минутной выдержки. Положительные показания в этом случае свидетельствуют о практически безопасных концентрациях ОВ.

Независимо от полученных показаний при содержании ОВ нервнопаралитического действия определяют наличие в воздухе нестойких ОВ (фосген, синильная кислота, хлорциан) с помощью индикаторной трубки с тремя зелеными кольцами. Для этого необходимо вскрыть трубку, разбить в ней ампулу, пользуясь ампуловскрыватьелем с соответствующей маркировкой, вставить немаркированным концом в гнездо насоса и сделать 10–15 прокачиваний. После этого вынуть трубку из насоса, сравнить окраску наполнителя с эталоном, нанесенным на лицевой стороне кассеты.

Затем *определяют наличие в воздухе паров иприта* индикаторной трубкой с одним желтым кольцом. Для этого необходимо вскрыть трубку, вставить в насос, прокачать воздух (60 раз) насосом, вынуть трубку из насоса и по истечении 1 мин сравнить окраску наполнителя с эталоном, нанесенным на кассете для индикаторных трубок с одним желтым кольцом.

Для *обследования воздуха при пониженных температурах* трубки с одним красным кольцом и точкой и с одним желтым кольцом необходимо подогреть с помощью грелки до их вскрытия. Оттаивание трубок с красным кольцом и точкой производится при температуре окружающей среды 0 °С и ниже в течение 0,5–3 мин. После оттаивания трубки вскрыть, разбить верхние ампулы, энергично встряхнуть, вставить в насос и прососать воздух через опытную трубку. Контрольная трубка находится в штативе. Далее следует подогреть обе трубки в грелке в течение 1 мин, разбить нижние ампулы опытной и контрольной трубок, одновременно встряхнуть и наблюдать за изменением окраски наполнителя.

Трубки с одним желтым кольцом при температуре окружающей среды +15 °С и ниже подгреваются в течение 1–2 мин после прососа через них зараженного воздуха.

В случае сомнительных показаний трубок с тремя зелеными кольцами при определении в основном наличия синильной кислоты в воздухе при пониженных температурах необходимо повторить измерения с

использованием грелки, для чего трубку после прососа воздуха поместить в грелку.

При *определении ОВ в дыму* необходимо: поместить трубку в гнездо насоса; достать из прибора насадку и закрепить в ней противодымный фильтр; навернуть насадку на резьбу головки насоса; сделать соответствующее количество качаний насосом; снять насадку; вынуть из головки насоса индикаторную трубку и провести определение ОВ.

Определение ОВ на местности, технике и различных предметах начинается также с определения ОВ нервнопаралитического действия. Для этого, в отличие от рассмотренных методов подготовки прибора, в воронку насадки вставляют защитный колпачок. После чего прикладывают насадку к почве или к поверхности обследуемого предмета так, чтобы воронка покрыла участок с наиболее резко выраженными признаками заражения, и, прокачивая через трубку воздух, делают 60 прокачиваний насосом. Снимают насадку, выбрасывают колпачок, вынимают из гнезда индикаторную трубку и определяют наличие ОВ.

Для обнаружения ОВ в почве и сыпучих материалах готовят и вставляют в насос соответствующую индикаторную трубку, наворачивают насадку, вставляют колпачок, затем лопаткой берут пробу верхнего слоя почвы (снега) или сыпучего материала и насыпают ее в воронку колпачка до краев. Воронку накрывают противодымным фильтром и закрепляют прижимным кольцом. После этого через индикаторную трубку прокачивают воздух (до 120 раз), выбрасывают защитный колпачок вместе с пробой и противодымным фильтром. Отвинтив насадку, вынимают индикаторную трубку и определяют присутствие ОВ.

3.2.3 Полуавтоматический прибор химической разведки ППХР

Полуавтоматический прибор химической разведки (ППХР) предназначен для определения ориентировочной концентрации в воздухе ОВ типа

V-газы, зарин, зоман, синильная кислота, хлорциан, иприт, фосген и психохимические ОВ типа VZ. Время определения ОВ – в пределах 2–5 мин.

Индикаторные трубки в ППХР и ВПХР однотипны. Электропитание прибора производится от бортовой сети машины с напряжением 12 В. Производительность насоса – 1,8 л/мин при сопротивлении 65–75 мм рт. ст.

Прибор работоспособен в интервале температур от –40 до +40 °С. Вмонтированная в прибор электрогрелка, служит для подогрева индикаторных трубок от –20 до +50 °С за время не более 12 мин.

Этим прибором оснащаются химические разведывательные машины. Определить наличие заражения на местности и других объектах

обследования с помощью ППХР можно только в непосредственной близости от разведывательной машины.

В комплект прибора ППХР (рисунок 13) входят: блок роторного насоса с электродвигателем, электрогрелкой и гибким кабелем с выключателями; насадки к насосу; 80 индикаторных трубок (по 20 шт. каждого из четырех типов); противодымные фильтры. К прибору прилагается: формуляр и инструкция для определения зарина, зомана, V-газов с помощью трубок с красными кольцом и точкой.

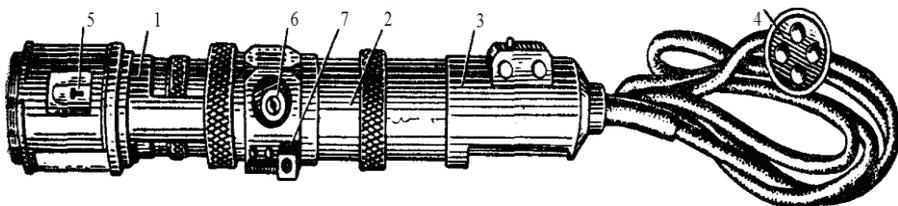


Рисунок 13 – Полуавтоматический прибор химической разведки ППХР:

1 – окно для пробирок с термоиндикаторами; 2 – ротаметр; 3 – коллектор с грелкой; 4 – приспособление для вскрытия трубок; 5 – ампуловскрывать; 6 – насос с электродвигателем; 7 – блок выключателей с гибким кабелем; 8 – штепсельная вилка

Принцип действия прибора заключается в том, что анализируемый воздух просасывается через индикаторные трубки ротационным насосом. При наличии ОВ в воздухе на наполнителе происходит реакция между ОВ и реактивом с образованием окрашенных продуктов реакции. По полученной окраске наполнителя определяют тип и приблизительную концентрацию ОВ так же, как это предусмотрено для ВПХР.

Определение наличия и концентрации ОВ с помощью ППХР производится так же, как и на ВПХР. При этом ориентировочно можно принять, что время работы насоса ППХР в секундах соответствует числу качаний ручного насоса, предусмотренных в соответствующих инструкциях, с той разницей, что при работе с индикаторными трубками (ИТ) для определения ФОВ в опасных концентрациях насос включают на 10–15 с, а в малоопасных концентрациях – на 2 мин. При работе используются приспособления для надпиливания и обламывания ИТ и вскрытия ампул, имеющихся на корпусе насоса.

В местах, не доступных для автомобилей, применяют ВПХР. Поэтому эти прибора не исключают друг друга, а дополняют и необходимы для успешного ведения разведки.

3.3 Методы обнаружения сильнодействующих ядовитых веществ

При исследовании загазованности воздуха производственных помещений определение фактических концентраций вредных веществ в воздухе осуществляется тремя основными методами: экспрессным, колориметрическим и кондуктометрическим.

Экспрессный метод позволяет произвести количественное определение некоторых вредных веществ непосредственно на рабочем месте в течение нескольких минут. Метод основан на улавливании примесей сорбентом, помещенным в индикационную трубку при просасывании через нее воздуха. На сорбент нанесено вещество, окрашивающееся в присутствии улавливаемых примесей.

Колориметрический метод анализа загазованности основан на способности специально приготовленного поглотительного раствора изменять интенсивность своей окраски при добавлении к нему исследуемого вещества. Интенсивность окраски поглотительного раствора изменяется пропорционально количеству исследуемого вещества, добавленного в поглотительный раствор. На рабочем месте через чистый поглотительный раствор, помещенный в поглотительный прибор, пропускают воздух. Если воздух на рабочем месте загрязнен исследуемым веществом, то поглотительный раствор окрасится. Сопоставляя пробу по интенсивности окраски со стандартной шкалой визуально или при помощи фотоэлектроколориметра, определяют содержание вещества в пробе.

Для количественного определения содержания в воздухе двуокиси и окиси углерода, а также паров бензина применяется *кондуктометрический метод*, основанный на изменении электропроводности поглотительного раствора при поглощении им анализируемого компонента газовой смеси. Для анализа используется кондуктометрическая установка, в которой электропроводность поглотительного раствора, протекающего через специальную электрическую ячейку в приборе, определяется миллиамперметром. Между концентрацией определяемого вещества и показанием миллиамперметра существует прямолинейная зависимость, позволяющая построить для каждого вещества калибровочную кривую, по которой и определяют фактическую концентрацию исследуемого вещества.

3.4 Универсальный газоанализатор УГ-2

Измерение фактических концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны экспрессным методом осуществляется при помощи газоанализаторов. Универсальный газоанализатор УГ-2 предназначен для определения в воздухе паров и газов (бензина, бензола, аммиака, и т. д.).

Газоанализатор УГ-2 (рисунок 14) состоит из воздухозаборного устройства и набора индикаторных трубок.

Количественное определение вредных примесей осуществляется путем просасывания исследуемого воздуха через индикаторную трубку, основной

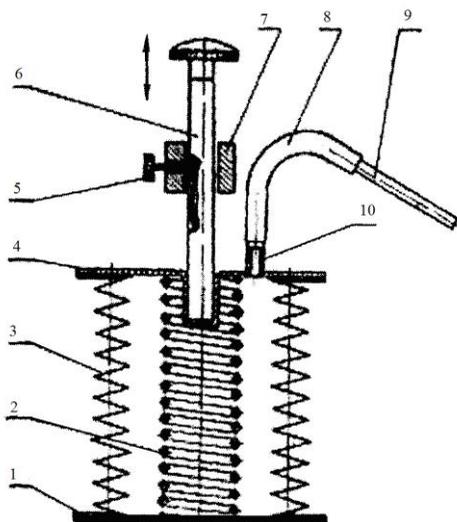


Рисунок 14 – Схема газоанализатора УГ-2:

- 1 – нижний фланец (неподвижный); 2 – пружина возвратная; 3 – сиффон резиновый; 4 – верхний фланец (подвижный); 5 – стопор; 6 – шток; 7 – втулка;
8 – трубка резиновая; 9 – индикаторная трубка;
10 – штуцер

частью которого является резиновый сиффон 3. Сиффон сжимается штоком 6 между двумя фланцами: подвижным 4 и неподвижным 1. Растягивается сиффон, возвратной пружиной 2, засасывая воздух. На подвижном фланце 4 сиффона 3 устанавливается отводная трубка 8. На панели прибора, во втулке 7 с отверстием для штока 6, находится стопорное устройство 5 для фиксации штоком определенных объемов воздуха. Каждый шток имеет продольные канавки с двумя отверстиями, расстояние между которыми и определяет объем засасываемого воздуха. На гранях под головкой штока обозначен объем просасываемого воздуха.

Индикаторная трубка 9

заполняется индикаторным порошком. Порошок в трубке удерживается при помощи двух ватных тампонов, концы трубок герметизируются сургучом, который перед анализом счищается.

Замер концентрации примеси производится одной из двух стандартных шкал: для предельно допустимых концентраций – белые цифры и для высоких концентраций – красные цифры.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение, устройство и принцип действия прибора ВПХР.
- 2 Методы исследования загазованности воздуха производственных помещений.

3 Для чего предназначен прибор ГСП -11?

4 Методы обнаружения и измерения отравляющих и ядовитых веществ в воздухе и на различных предметах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Волков, В. А.** Гражданская оборона на железнодорожном транспорте / В. А. Волков, Г. Т. Ильин. – Транспорт, 1987. – 280 с.
- 2 **Постник, М. И.** Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях / М. И. Постник. – Минск : Універсітэцкае, 1997. – 277 с.
- 3 **Савостенко, В. А.** Практикум по ядерной физике и радиационной безопасности / В. А. Савостенко. – :Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 213 с.
- 4 **Шубин, Е. П.** Гражданская оборона / Е. П. Шубин. – М. : Просвещение, 1991. – 223 с.
- 5 **Атаманюк, В. Г.** Гражданская оборона : учеб. для вузов / В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширяев, Н. И. Акимов. – М. : Высш. шк., 1986. – 207 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

1 Основные положения	3
1.1 Общие сведения.....	3
1.2 Требования безопасности при выполнении лабораторной работы.....	3
2 Приборы радиационной разведки и дозиметрического контроля	4
2.1 Виды доз и единицы измерения ионизирующих излучений.....	4
2.2 Принцип и методы обнаружения и измерения ионизирующих излучений....	5
2.3 Назначение, устройство и принцип работы приборов радиационной разведки и контроля радиоактивного заражения.....	8
2.3.1 Общие сведения об измерителях мощности экспозиционной дозы.....	8
2.3.2 Индикатор-сигнализатор ДП-64.....	9
2.3.3 Измеритель мощности дозы ДП-3Б.....	10
2.3.4 Измеритель мощности дозы (рентгенметр) ДП-5В.....	11
2.4 Назначение, устройство и принцип работы приборов дозиметрического контроля.....	15
2.4.1 Общие сведения о комплектах индивидуальных дозиметров	15
2.4.2 Комплекты индивидуальных дозиметров ДП-22В, ДП-24.....	15
2.4.3 Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1.....	18
2.4.4 Комплект индивидуальных дозиметров ИД-11.....	19
3 Приборы химической разведки	20
3.1 Принципы и методы обнаружения отравляющих веществ.....	20
3.2 Назначение, устройство и принцип работы приборов химической разведки..	21
3.2.1 Автоматический газосигнализатор ГСП-11.....	21
3.2.2 Войсковой прибор химической разведки ВПХР.....	22
3.2.3 Полуавтоматический прибор химической разведки ППХР.....	25
3.3 Методы обнаружения сильнодействующих ядовитых веществ.....	27
3.4 Универсальный газоанализатор УГ-2.....	27
Список литературы	29

Учебное издание

*КИШКУН Александр Николаевич
БЛИНШЕВ Валерий Викторович*

**МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ
ИЗЛУЧЕНИЙ, КОНЦЕНТРАЦИИ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Учебно-методическое пособие

Редактор А. А. П а в л ю ч е н к о в а
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а
Компьютерный набор и верстка – Н. А. Ч е р н ы ш о в а

Подписано в печать 25.09.2013 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,57. Тираж 200 экз.
Зак. № Изд. № 32

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330 / 0552508 от 09.07.2009 г.
ЛП № 02330 / 0494150 от 03.04.2009 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.