

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра управления эксплуатационной работой и охраны труда

В. В. БЛИНШЕВ

**ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ДОЗ
ИЗЛУЧЕНИЙ И КОНЦЕНТРАЦИИ
ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Учебно-методическое пособие

Гомель 2019

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

Кафедра управления эксплуатационной работой и охраны труда

В. В. БЛИНШЕВ

ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ДОЗ ИЗЛУЧЕНИЙ И КОНЦЕНТРАЦИИ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

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

Гомель 2019

УДК 658.345(075.8)
ББК 65.247
Б69

Рецензент – начальник цикла кафедры общевоинской подготовки
подполковник *С. В. Никитенко* (БелГУТ)

Блиншев, В.В.

Б69 Измерение мощности доз излучений и концентрации отравляющих веществ : учеб.-метод. пособие / В. В. Блиншев ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 30 с.

ISBN 978- 985-554-797-7

Изложены методы измерения мощностей доз излучения и концентрации отравляющих веществ, назначение, состав, порядок подготовки приборов к работе и порядок измерений.

Предназначено для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность (цикл ГО)» и «Безопасность жизнедеятельности человека».

УДК 658.345(075.8)
ББК 65.247

ISBN 978- 985-554-797-7

© Блиншев В. В., 2019
© Оформление. БелГУТ, 2019

1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Общие сведения

Опасность поражения людей радиоактивными, отравляющими 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 веществ и определения их концентрации применяются приборы химической разведки.

Цель пособия – ознакомить студентов с назначением, устройством и принципом работы приборов радиационной и химической разведки, применяемых в системе гражданской обороны, знать порядок подготовки приборов к работе.

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). Вне-системной 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. Вне-системная единица измерения – Р/ч.

Поглощенная доза – это количество энергии излучения поглощённой элементарным объёмом облучаемого вещества к массе этого вещества. В системе единиц СИ она измеряется в греях (Гр). 1 Гр – это такая поглощенная доза, при которой 1 кг облучаемого вещества поглощает энергию в 1 джоуль , следовательно, $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Вне-системной единицей измерения величины поглощенной дозы является рад (радиационная абсорбированная доза). 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 $1 \text{ Р} = 0,87 \text{ рад}$.

Эквивалентная доза введена для учёта поражающего биологического воздействия радиоактивных излучений на организм человека. Она равна

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

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

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 фотоплёнок; 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, образующихся в воде при её 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 2).

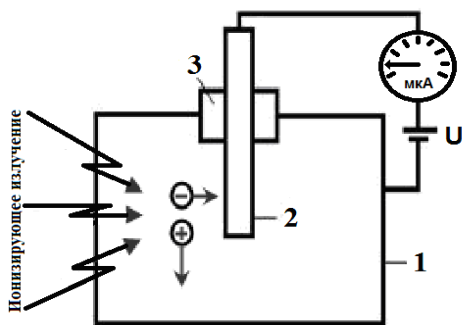


Рисунок 1 – Цилиндрическая ионизационная камера

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 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.

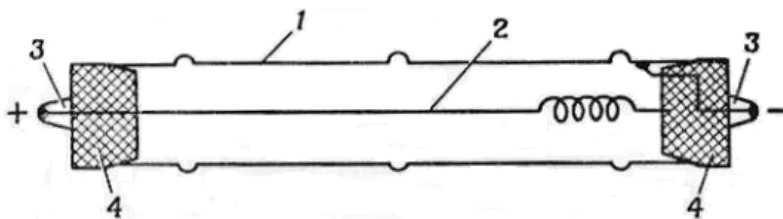


Рисунок 2 – Газоразрядный счётчик:

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

В газоразрядных счетчиках используют принцип усиления газового разряда. При отсутствии радиоактивного излучения в объеме счетчика свободных ионов нет. Следовательно, электрического тока в цепи счетчика 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 счетчика, вызывает образование свободных электронов. На нити счетчика собирается большое количество электронов. В результате этого положительный потенциал резко уменьшается и возникает электрический импульс. Возникающие в ионизационной камере или газоразрядном счётчике ионизационные токи настолько малы, что обычными измерительными приборами они не могут быть зарегистрированы. Поэтому в дозиметрических приборах применяется преобразователь напряжения, который производит усиление тока, возникающего в воспринимающем устройстве.

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

Дозиметрические приборы предназначены для получения данных о поглощенных или экспозиционных дозах излучения и контроля облучения.

Они применяются для ведения радиационной разведки на местности при радиоактивном заражении.

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

2.3.1 Общие сведения об измерителях мощности экспозиционной дозы

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 уровней гамма-радиации и радиоактивной зараженности различных предметов по гамма-излучению. Имеется возможность обнаружения бета-излучения	0,05 мР/ч – 200 Р/ч	±10 (±15 на первом поддиапазоне)	–40...+50 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 местности. Он работает в следящем режиме и обеспечивает звуковую и световую сигнализацию при достижении на местности мощности экспозицион-

ной дозы (уровня радиации) гамма-радиации более 0,2 Р/ч. Конструкция прибора предусматривает установку его в помещениях командных пунктов, пунктов управления и убежищах гражданской обороны, что даёт возможность вести наблюдение, не выходя из помещения.

Технические данные. Прибор работоспособен в интервале температур от -40 до $+50$ °С и при относительной влажности воздуха до 98 %. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 127/220 В или от аккумуляторов с напряжением 6 В. Готовность прибора к работе через 30 с после включения.

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.

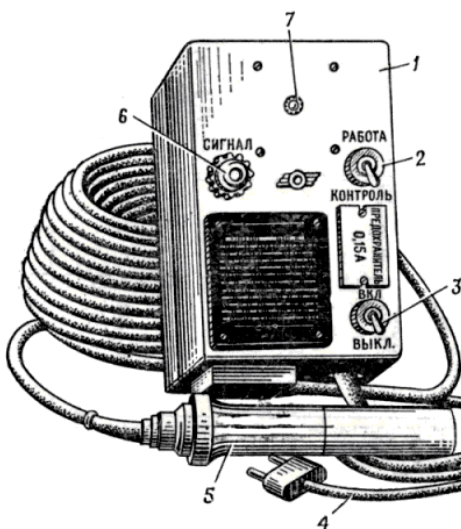


Рисунок 3 – Индикатор-сигнализатор ДП-64:

1 – пульт сигнализации; 2 – тумблер "Работа-Контроль"; 3 – тумблер питания;

4 – кабель питания; 5 – датчик; 6 – лампочка;

7 – динамик

2.3.3 Измеритель мощности дозы ДП-3Б

Прибор ДП-3Б предназначен для измерения мощности дозы гамма-радиации на местности при ведении радиационной разведки. Его можно устанавливать на транспортных средствах. ДП-3Б позволяет производить измерения дистанционно, т. е. не выходя из транспортного средства и во время движения, что делает его незаменимым прибором для оснащения разведывательных машин. Диапазон измерений от 0,1 до 500 Р/ч. Питание прибора осуществляется от источников постоянного тока.

В комплект прибора (рисунок 4) входят: измерительный пульт, датчик (выносной блок), соединительный кабель с разъемами, кабель питания, техни-

ческая документация и вспомогательные принадлежности. На панели измерительного пульта размещён микроамперметр с двухрядной шкалой, лампа световой индикации, лампа подсвета шкалы микроамперметра, предохранители, кнопка «Проверка», переключатель поддиапазонов на шесть положений: выключено «Выкл.», включено «Вкл.», « $\times 1$ », « $\times 10$ », « $\times 100$ » и «500».

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.

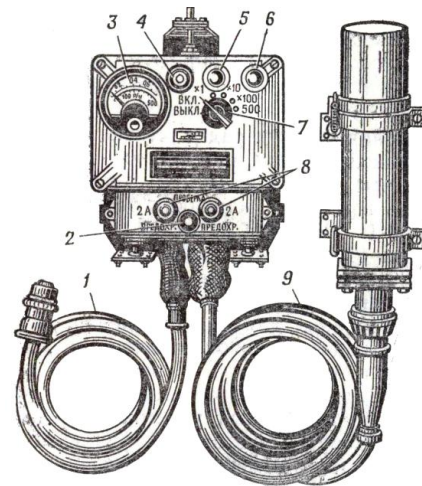


Рисунок 4 – Дозиметр мощности дозы (рентгенметр) ДП-3Б:

- 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

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

по верхней шкале микроамперметра. Если стрелка зашкаливает, переключатель последовательно устанавливает 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.

2.3.4 Измеритель мощности дозы (рентгенметр) ДП-5В

ДП-5В (рисунок 5) предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы (уровня радиации) на местности и радиоактивной зараженности различных предметов по гамма-излучению. Кроме того, прибор позволяет обнаружить зараженность по бета-излучению. Мощность экспозиционной дозы измеряется в рентгенах в час (Р/ч) или в миллирентгенах в час (мР/ч) для той точки пространства, в которой помещено при измерении воспринимающее устройство (детектор).

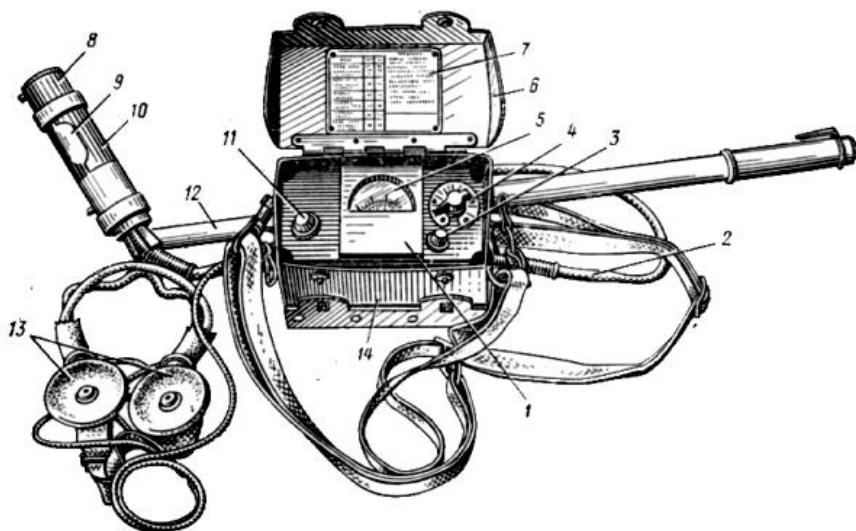


Рисунок 5 – Измеритель мощности дозы ДП-5В:

- 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 подсветки шкалы микроамперметра;
- 12 – удлинительная штанга; 13 – головные телефоны; 14 – футляр

Диапазон измерений по гамма-излучению от 0,05 мР/ч до 200 Р/ч. Он разделён на 6 поддиапазонов (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.

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 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.

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. В блоке детектирования установлены два газоразрядных счётчика (СБМ-20). 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 пульта 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. Необходимо извлечь прибор из укладочного ящика, открыть крышку футляра, пристегнуть к нему ремни, установить, соблюдая полярность, источники питания. Переключатель поддиапазонов установить против чёрного треугольника («РЕЖИМ»), при этом стрелка прибора должна остановиться в режимном секторе, обозначенном на шкале. Если этого не произойдёт, заменить источники питания. Затем проверить работоспособность прибора от бета-препарата, для чего поставить поворотный экран детектора в положение «К», подключить головные телефоны и последовательно, с небольшой задержкой. Переводить ручку переключателя поддиапазонов во все положения от $\times 1000$ до $\times 0,1$. Если прибор работоспособен, в телефонах будут слышны щелчки. Показания прибора на поддиапазоне $\times 10$ сверить с записью в формуляре. Если они не выходят за границы допустимой погрешности, прибором можно измерять.

Измерение гамма-излучения. В положении «Г» экрана блока детектирования прибор регистрирует мощность дозы гамма-излучения в месте расположения блока детектирования. При измерении блок детектирования закрепляют на удлинительной штанге и удерживают на вытянутой руке на высоте 0,7–1 м от поверхности земли.

Обнаружение бета-излучения. Повернуть экран блока детектирования в положение «Б» и определить наиболее зараженное место на поверхности проверяемого объекта; в этом месте произвести два измерения: первое – при открытом окне в корпусе блока (экран в положении Б), второе – при закрытом окне в корпусе блока (экран в положении Г); из результатов первого измерения вычесть величину второго измерения, положительная разность будет свидетельствовать о наличии бета-зараженности.

Обнаружение зараженности по бета-излучению чаще всего необходимо для того, чтобы определить, на какой стороне брезентовых тентов, кузовов автомобилей, стенок тарных ящиков, емкостей, стен, перегородок и т. п. находятся радиоактивные вещества. Если стенка обследуемого объекта заражена по бета-излучению только с одной стороны, то наличие такого заражения будет обнаружено только с одной стороны.

Степень радиоактивного заражения кожных покровов людей, 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) 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 величину гамма-фона, разделённую на коэффициент экранизации k обследуемого объекта. Разность этих измерений и есть степень заражения поверхности по гамма-излучению.

Коэффициент экранизации k объекта учитывает экранирующее действие контролируемого объекта. Для бронетанковой техники $k = 2$; для автотранспортной и специальной техники $k = 1,5$; для людей и животных $k = 1,5$.

При измерении степени заражения обследуемые объекты должны быть расположены на расстоянии 15–20 м друг от друга.

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

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 Приборы для измерения доз ионизирующих излучений

Измерение доз ионизирующих излучений проводят для контроля радиоактивного облучения людей, находящихся на радиоактивно зараженной территории или оказавшихся под действием проникающей радиации.

По методу измерения эти приборы делятся на *ионизационные* (ДП-22В, ДП-24, ИД-1 и ИД-11) и *химические* (ДП-70М и ДП-70МП). Наибольшее распространение получили индивидуальные дозиметры, работающие по ионизационному методу. Они комплектуются вместе с зарядным устройством.

По назначению комплекты разделяются на *комплекты индивидуальных дозиметров поглощённой дозы* (ИД-1, ИД-11, ДП-70МП) и *комплекты индивидуальных дозиметров экспозиционной дозы* (ДП-22В, ДП-24).

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 поглощённых 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 Комплект индивидуальных дозиметров экспозиционной дозы

Комплекты индивидуальных дозиметров ДП-22В и ДП-24, имеющих дозиметры карманные прямопоказывающие ДКП-50А, предназначены для измерения экспозиционной дозы гамма-облучения людей.

Комплект индивидуальных дозиметров ДП-22В (рисунок 6) состоит из зарядного устройства ЗД-5 (или ЗД-6) и 50 индивидуальных дозиметров ДКП-50А. Дозиметры обеспечивают измерение индивидуальных доз облучения в диапазоне от 2 до 50 Р..

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

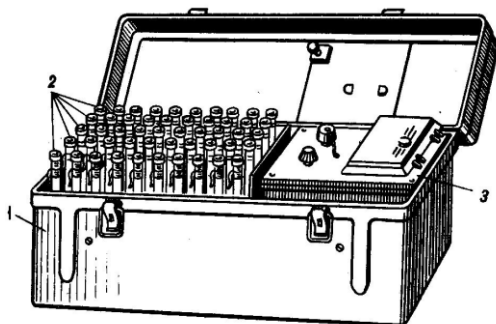


Рисунок 6 – Комплект индивидуальных дозиметров ДП-22В:

1 – укладочный ящик ДП-22В; 2 – дозиметры ДКП-50А; 3 – зарядное устройство ЗД-5

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 расположена 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 и приклеенная к нему платинированная визирная нить (подвижной элемент) 3, в передней части корпуса расположено отсчетное устройство – микроскоп, состоящий из окуляра 9, объектива 12 и шкалы 10.

В задней части корпуса находится зарядная часть, состоящая из диафрагмы 7 с подвижным контактным штырем 6. При нажатии штырь замы-

кается 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 электро-скопа. В процессе зарядки дозиметра визирная нить 3 электро-скопа 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 электро-скопом, пропорционально экспозиционной дозе гамма-излучения. Изменение потенциала внутреннего электрода приводит к уменьшению сил электростатического отталкивания между визирной нитью и держателем электро-скопа. 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 не превышает двух делений за сутки.

Зарядка дозиметра ДКП-50А производится перед выходом в район радиоактивного заражения в следующем порядке:

- отвинтить защитную оправу дозиметра 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;

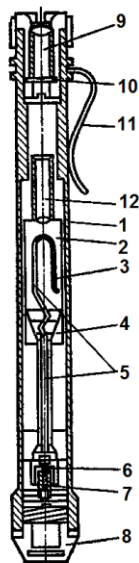


Рисунок 7 – Дозиметр ДКП-50А со шкалой

- 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: её изображение должно быть на отметке «0», завернуть защитную оправу дозиметра и колпачок зарядного гнезда.

Экспозиционную дозу излучения определяют по положению нити на шкале отсчётного устройства.

2.4.3 Комплект индивидуальных дозиметров поглощённой дозы ИД-1

Комплект индивидуальных дозиметров ИД-1 обеспечивает измерение поглощённых доз гамма-нейтронного излучения в диапазоне от 20 до 500 рад.

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, отсчётной шкалы. Шкала имеет 25 лений, цена одного деления 20 рад. Пределы измерения от 0 до 500 рад.

Для приведения дозиметра в рабочее состояние его необходимо зарядить.

Для зарядки необходимо:

- повернуть маховик заднего устройства против часовой стрелки до упора;
- вставить дозиметр в заднее гнездо;

- направить зарядное устройство зеркалом на внешний источник света;

- 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;

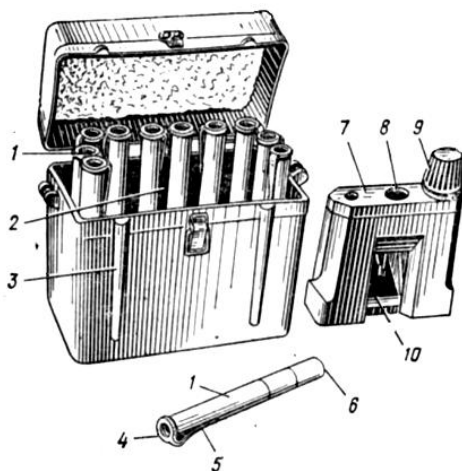


Рисунок 8 – Комплект измерителей дозы ИД-1:

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

- проверить положение нити, 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, полученной 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 поглощённой дозы 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.

Масса комплекта 18 кг, масса одного дозиметра 25 г. Скорость измерения доз не менее 120 измерений в час. Питание измерительного устройства от сети 220 В или от аккумулятора 12 В. Работает в

интервале температур от -50 до $+50$ °С. Комплект состоит из измерительного устройства и 500 штук дозиметров ИД-11. Дозиметр накапливает дозу при облучении и сохраняет её в течение 12 месяцев.

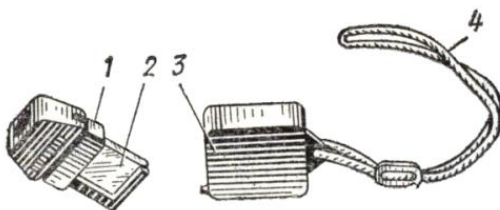


Рисунок 9 – Измеритель дозы ИД-11:
1 – держатель; 2 – пластина алюмофосфатного стекла, активированного серебром; 3 – корпус; 4 – шнур

Контрольные вопросы

- 1 Величины, используемые для оценки воздействия ионизирующего излучения.
- 2 Методы обнаружения и измерения радиоактивных излучений.
- 3 В чём сущность ионизационного метода измерения ионизирующих излучений?
- 4 Порядок измерения рентгенметром ДП-5В.
- 6 Для чего предназначены индивидуальные дозиметры?
- 7 Порядок приведения комплекта индивидуальных дозиметров ИД-1 в рабочее состояние.

3 ПРИБОРЫ ХИМИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

3.1 Принципы и методы обнаружения отравляющих веществ

Для обнаружения отравляющих веществ (ОВ) в воздухе, на местности, железнодорожных сооружений, подвижном составе и других объектах используют газосигнализаторы и приборы химической разведки или производят забор проб для их отправки на анализ в химические лаборатории.

Для обнаружения и измерения концентраций 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 веществ можно учитывать только на основании 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 плотности заражения.

В системе гражданской обороны для обнаружения наличия в воздухе отравляющих веществ применяются газосигнализаторы ГСП-11 и АГС, для определения типа отравляющих веществ и измерения ориентировочной концентрации их в воздухе, на поверхностях различных объектов и в сыпучих материалах применяются приборы химической разведки ВПХР и ППХР.

3.2 Назначение, устройство и 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: 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.

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.

В комплект автоматического газосигнализатора ГСП-11 входят: датчик 1, пульт выносной сигнализации 4, ящик с аккумуляторами КН-22 3, два комплекта индикаторных средств, комплект ЗИП 6, соединительный кабель 5.

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 она просвечивается лучом, падающим

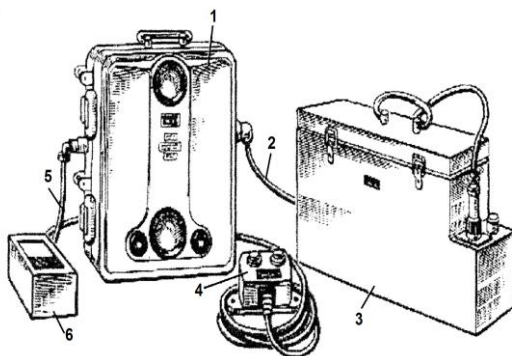


Рисунок 10 – Автоматический газосигнализатор ГСП-11:

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

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 расстворами и индикаторной лентой; протереть датчик; настроить прибор по светофильтру; включить воздушнонагреватель.

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

Войсковой прибор химической разведки ВПХР (рисунок 11) предназначен для определения в полевых условиях наличия и ориентировочной концентрации ОВ в воздухе, на поверхностях различных предметов и в сыпучих материалах. ВПХР – переносной прибор, его масса 2,3 кг. Прибор может работать без подогрева индикаторных трубок при температуре +15 °С и выше, а с подогревом с помощью грелки от –40 °С. Прибор состоит из корпуса с крышкой и размещенных в них: ручного насоса 1, насадки к насосу 3, бу-
мажных кассет 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, памятка по работе с прибором, плечевой ремень 2 с тесьмой. Чувствительность к фосфорорганическим ОВ – до $5 \cdot 10^{-6}$ мг/л, к фосгену и хлорциану – до $5 \cdot 10^{-3}$ мг/л, иприту – до $2 \cdot 10^{-3}$ мг/л.

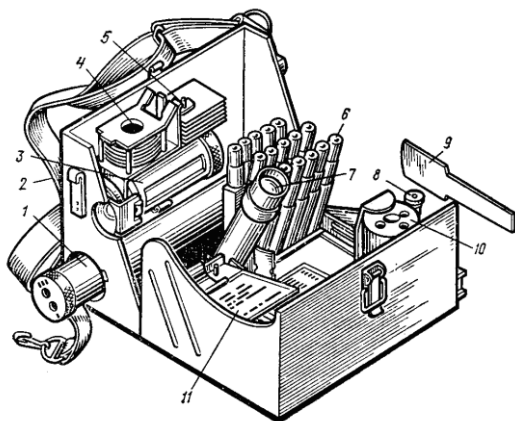


Рисунок 11 – Войсковой прибор химической разведки

Ручной насос (поршневой) предназначен для вскрытия индикаторных трубок, разбивания находящихся в них ампул и прокачивания исследуемого воздуха через них. При 50 качаниях насосом в 1 мин через индикаторную трубку прокачивается 1,8–2 л. В головке насоса размещён нож для

надреза концов индикаторных трубок, в ручке насоса – ампуловскрыватьели.

Насадка к насосу предназначена для работы с прибором в дыму при определении ОВ в сыпучих материалах, на почве, технике, одежде.

Индикаторные трубки (рисунок 12) предназначены для удержания и хранения ампул с индикаторными жидкостями и наполнителей.

Они представляют собой запаянные стеклянные трубки 2, внутри которых помещены наполнитель 5 и одна или две стеклянные ампулы 3 с индикаторными жидкостями (индикаторные трубки с жёлтым кольцом ампул не содержат). Каждая индикаторная трубка имеет условную маркировку 1, которая показывает, для обнаружения какого ОВ она предназначена. Индикаторные трубки имеют следующую маркировку: красное кольцо и красная точка – для определения ФОВ – зарина, зомана и V-газов (а); три зелёных кольца – для определения фосгена, дифосгена, синильной кислоты и хлорциана (б); жёлтое кольцо – для определения иприта (в). В одну кассету помещается десять однотипных индикаторных трубок. На кассетах наклеены этикетки, на которых указано, для каких ОВ применяются данные трубки, образцы окраски наполнителей после прокачки воздуха и ориентировочную концентрацию ОВ.

Защитные колпачки предназначены для защиты внутренней поверхности воронки насадки от заражения каплями стойких ОВ при определении заражения поверхности и для помещения проб почвы и сыпучих материалов..

Противодымные фильтры состоят из одного слоя фильтрующего материала и нескольких слоёв капроновой ткани. Их используют для определения ОВ в задымлённом воздухе, а также при определении ОВ на почве или в сыпучих материалах.

Грелка применяется для подогрева индикаторных трубок при пониженной температуре окружающего воздуха (от -40 до $+15$ °С). Она состоит из корпуса и патронов, расположенных в специальной металлической кассете. В зависимости от температуры окружающего воздуха внутри боковых отверстий грелки температура достигает $+85$ °С. Не рекомендуется применять

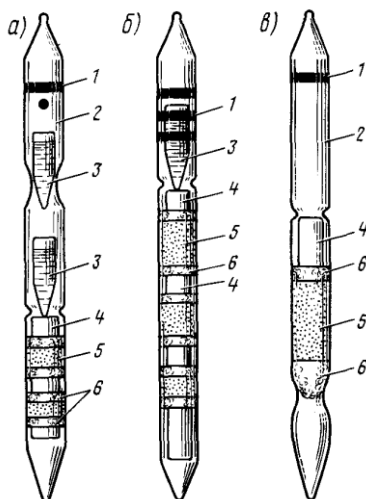


Рисунок 12 – Индикаторные трубки:
1–маркировочные кольца; 2– корпус трубки;
3 – ампула с реактивом;
4 – обтекатель; 5 – наполнитель;
6 – ватные тампоны

грелку при температуре выше +15 °С, так как при этом возможен выброс соляной кислоты из патрона.

Электрофонарь применяется для освещения индикаторных трубок при работе с прибором в ночное время.

Определяют наличие и концентрацию ОВ в той последовательности, в какой индикаторные трубки должны лежать в приборе: 1) на ФОВ; 2) общеядовитые и удушающие ОВ; 3) иприт.

Порядок работы с помощью трубок и число качаний насоса указаны на этикетках кассет, за исключением трубок с красным кольцом и точкой. Порядок работы с такими трубками изложен в инструкции-памятке.

Для определения ФОВ в опасных концентрациях необходимо: взять две индикаторные трубки с красным кольцом и точкой и поместить их в штатив внутри крышки прибора; с помощью ножа в головке насоса надпилить, а затем отломать оба конца каждой из трубок; ампуловскрывателем с маркировкой, соответствующей маркировке трубок, раздавить верхние ампулы; взять обе трубки за маркированные концы и энергично 2–3 раза стряхнуть жидкость, вытекающую из разбитой ампулы на наполнитель; одну из трубок (контрольную) установить в штатив, а вторую (опытную) вставить немаркированным концом в насос и прокачать через неё воздух, сделав 5–6 качаний (через контрольную трубку воздух не прокачивать); там же ампуловскрывателем разбить поочередно нижние ампулы обеих трубок, начиная с опытной, и также поочередно, удерживая за маркированные концы, стряхнуть жидкость из разбитых ампул на наполнители; наблюдая за переходом окраски наполнителей контрольной и опытной трубок от красного до жёлтого цвета, определить состояние заражённости ОВ по следующим признакам: если к моменту перехода красного цвета наполнителя в жёлтый в контрольной трубке верхний слой наполнителя в опытной трубке будет оставаться красным, то это означает, что в воздухе имеется ФОВ в опасной концентрации (противогазы снимать недопустимо); если же цвет наполнителей в обеих трубках перейдёт в жёлтый одновременно, то это укажет на отсутствие фосфорорганических веществ.

В задымлённой среде наличие ОВ типа зарин, зоман и V-газов определяют так же, как и в обычных условиях. Дополнительно требуется выполнить следующее: навернуть на головку насоса насадку; вставить противодымный фильтр в зазор между воронкой насоса и прижимным кольцом.

Для определения заражения воздуха синильной кислотой, хлорцианом, фосгеном и дифосгеном необходимо вскрыть с обоих концов трубку с тремя зелёными кольцами, раздавить ампуловскрывателем ампулу в трубке, немаркированным концом вставить её в насос и прокачать через неё воздух, сделав 10–15 качаний; изъять трубку из насоса и сравнить окраску верхнего и нижнего слоёв наполнителей с окраской, изображённой на кассете, определить тип и концентрацию ОВ.

Для определения наличия и концентрации в воздухе паров иприта необходимо: вскрыть трубку с жёлтым кольцом, вставить её немаркированным концом в головку насоса и прокачать через неё воздух, сделав 60 качаний, изъять трубку из насоса и через 1 минуту, сравнить окраску наполнителя с окраской, показанной на кассете, сделав вывод о заражении воздуха парами иприта.

Для определения ОВ в сыпучих материалах необходимо: подготовить индикаторные трубки, предназначенные для проверки на соответствующие ОВ, так как было указано ранее; вставить трубку в головку насоса и навернуть на него насадку с защитным колпачком; лопаточкой насыпать пробу испытуемого материала в воронку насадки, накрыть пробу противодымным фильтром и закрепить прижимным кольцом; прокачать воздух через индикаторную трубку, произведя количество качаний соответствующее каждой трубке; снять с насадки и зарыть в землю противодымный фильтр, пробу и колпачок; сняв насадку с насоса. По окраске наполнителя определить тип ОВ и его концентрацию.

Для определения заражения ФОВ при температуре +5 °С и ниже, а также ипритом при температуре +15 °С и ниже соответствующие трубки необходимо подогревать с помощью грелки. Для этого вставляют патрон грелки в её центральное отверстие; штырём грелки через отверстие в патроне раздавливают ампулу внутри его и не вынимают штырь до прекращения выделения пара; устанавливают индикаторные трубки в боковые гнезда грелки и подогревают их до оттаивания жидкости в ампулах.

Прибор ВПХР не даёт возможности вести химическую разведку с достаточно высокой скоростью.

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, дифосген. 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, позволяет подогревать индикаторные трубки 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.

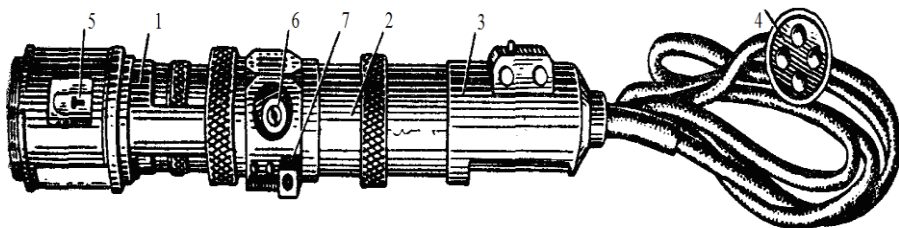


Рисунок 13 – Полуавтоматический прибор химической разведки ППХР:

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

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 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 концов индикаторных трубок и вскрытия ампул, имеющих на корпусе насоса.

Таким образом, ППХР за счёт высокой скорости передвижения разведывательной машины, электрического насоса и электрогрелки позволяет ускорить процесс химической разведки. В местах, не доступных для автомобилей, применяют ВПХР. Поэтому оба эти прибора не исключают друг друга, а дополняют и необходимы для успешного ведения химической разведки.

3.3 Методы исследования загазованности воздуха рабочей зоны

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. Измерение фактических концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны осуществляется при помощи газоанализаторов.

Универсальные газоанализаторы типа УГ-1 и УГ-2 являются портативными приборами для определения в воздухе паров и газов (бензина, бензола, толуола, аммиака, сероводорода, двуокиси азота, окиси углерода т. д.). Принцип действия этих приборов основан на улавливании примесей сорбентом, помещенным в индикационную трубку при просасывании через неё 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.

Кондуктометрический метод основан 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, 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

Универсальный газоанализатор УГ-2 предназначен для определения в воздухе паров и газов (бензина, бензола, аммиака, толуола, сероводорода, ацетона, двуокиси азота, окиси углерода и т. д.).

Газоанализатор УГ-2 (рисунок 14) состоит из воздухозаборного устройства, общего для всех определяемых веществ и набора индикаторных трубок, предназначенных для определения тех паров и газов, на которые отградуирован прибор. Количественное определение вредных примесей осуществляется

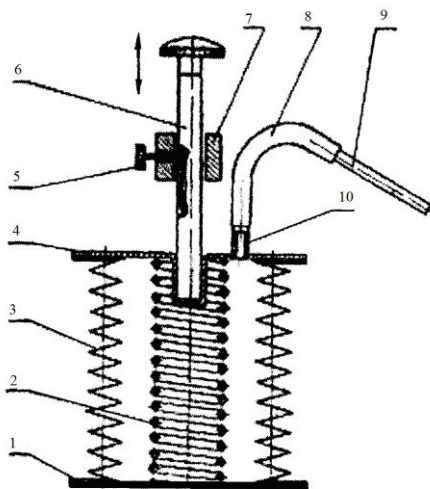


Рисунок 14 – Схема газоанализатора УГ-2:
1 – нижний фланец (неподвижный); 2 – пружина возвратная; 3 – сильфон резиновый; 4 – верхний фланец (подвижный); 5 – стопор; 6 – шток;
7 – втулка; 8 – трубка резиновая; 9 – индикаторная трубка; 10 – штуцер

путем просасывания исследуемого воздуха через индикаторную трубку воздухозаборным устройством, основной частью которого является резиновый сильфон 3. Сильфон сжимается штоком 6 между двумя фланцами: подвижным 4 и неподвижным 1. Растягивается сильфон, засасывая воздух возвратной пружиной 2. На подвижном фланце 4 сильфона 3 устанавливается отводная трубка 8 для присоединения индикаторной трубки 9. На панели прибора, во втулке 7 с отверстием для штока 6, находится стопорное устройство 5 для фиксации штоком определенных объемов воздуха забираемого сильфоном. Каждый шток имеет по две 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 колпачками из фольги и конторского сургуча, которые перед анализом счищаются.

Замер концентрации примеси в $мг/л$ по величине окрашенного столбика производится одной из двух стандартных шкал: для предельно допустимых концентраций – белые цифры, для высоких концентраций – красные цифры.

Замер концентрации примеси в $мг/л$ по величине окрашенного столбика производится одной из двух стандартных шкал: для предельно допустимых концентраций – белые цифры, для высоких концентраций – красные цифры.

Контрольные вопросы

- 1 На чём основан принцип обнаружения и определения ОВ?
- 2 Назначение, устройство и порядок работы ВПХР.
- 3 Назначение индикаторных трубок ВПХР и их маркировка.
- 4 Для чего предназначен прибор ГСП-11 и порядок его работы?
- 5 Методы исследования загазованности воздуха производственных помещений.
- 6 Назначение и порядок работы с прибором УГ-2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Волков, В. А.** Гражданская оборона на железнодорожном транспорте : учеб. / В. А. Волков, Г. Т. Ильин. – М. : Транспорт, 1987. – 280 с.
- 2 **Шубин, Е. П.** Гражданская оборона / Е. П. Шубин. – М. : Просвещение, 1991. – 223 с.
- 3 **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, 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.....	8
2.3.3 Измеритель мощности дозы ДП-ЗБ.....	10
2.3.4 Измеритель мощности дозы (рентгенметр) ДП-5В.....	11
2.4 Назначение, устройство, принцип работы приборов дозиметрического контроля.....	15
2.4.1 Приборы для измерения доз ионизирующих излучений.....	15
2.4.2 Комплект индивидуальных дозиметров экспозиционной дозы.....	16
2.4.3 Комплект индивидуальных дозиметров поглощённой дозы ИД-1.....	18
2.4.4 Комплект индивидуальных дозиметров поглощённой дозы 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 исследования загазованности воздуха рабочей зоны.....	27
3.4 Универсальный газоанализатор УГ-2.....	28
Список литературы	29

Учебное издание

БЛИНШЕВ Валерий Викторович

ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ДОЗ ИЗЛУЧЕНИЙ
И КОНЦЕНТРАЦИИ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Учебно-методическое пособие

Редактор А. А. Е м е л ь я н ч е н к о
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а
Компьютерный набор и верстка – В. В. Б л и н ш е в

Подписано в печать 05.03.2019 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,66. Тираж 350 экз.
Зак. № Изд. № 96

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014
№ 2/104 от 01.04.2014
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель