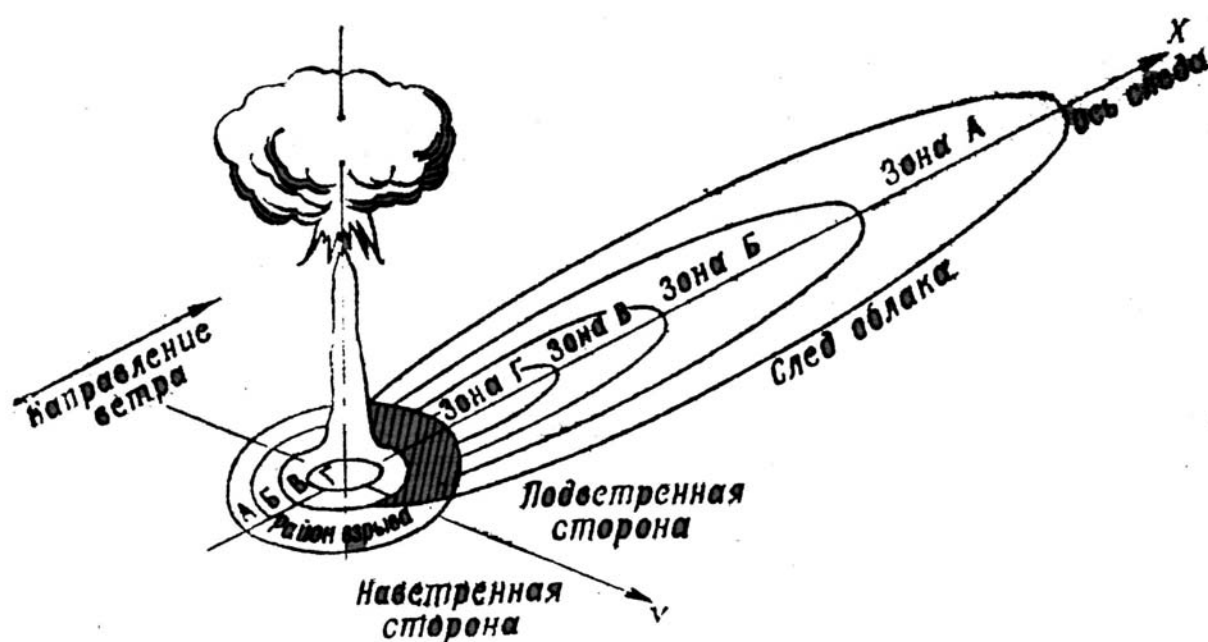


Методическое руководство по безопасной жизнедеятельности

Занятие 12



Министерство образования Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра морфологии

**Методическое руководство
по безопасной жизнедеятельности**

Занятие 12

Ярославль 2003

Составители: доцент **В.Е. Середняков**, старший преподаватель **Е.В. Шитова**, ассистент **И.В. Фокина**.

ББК Ц 69я73

М 54

Методическое руководство по безопасной жизнедеятельности. Занятие 12 / Сост. В.Е. Середняков, Е.В. Шитова, И.В. Фокина; Ярослав. гос. ун-т, Ярославль, 2003. 48 с.

Занятие 12: Приборы контроля заражения радионуклидами и радиоактивного облучения.

Предназначено для студентов всех факультетов при изучении безопасной жизнедеятельности.

Рецензент: кафедра морфологии Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова

© Ярославский государственный университет, 2003

© В.Е. Середняков, Е.В. Шитова, И.В. Фокина, 2003

Занятие 12. Приборы контроля заражения радионуклидами и радиоактивного облучения

Для проведения занятия требуются: дозиметры – ДП 5В, ДП 3Б, ИД 1, Белла, РКСБ-104; учебные видеофильмы и таблицы по теме занятия.

Изучаемые вопросы

1. Способы обнаружения и замера ионизирующих излучений. Единицы измерений.
2. Принципы работы штатных дозиметрических приборов.
3. Устройство и порядок работы радиометров-рентгенометров ДП-5В, ДП-3Б, индивидуальных дозиметров ДП-22В, ДП-24, ИД-1, бытовых дозиметров – «Белла», РКСБ-104.
4. Ядерное, термоядерное и нейтронное оружие. Характеристики поражающих факторов. Очаг и зоны заражения РВ, безопасные уровни заражения радионуклидами.
5. Аварии на радиационно-опасных объектах.
6. Радиационная разведка местности.

1. Способы обнаружения и замера ионизирующих излучений. Единицы измерений

Основная задача дозиметрии при защите населения от радиации – выявление и оценка степени опасности ионизирующих излучений для людей. С ее помощью осуществляются обнаружение и измерение радиоактивного излучения (уровня радиации) для решения задач по обеспечению жизнеспособности населения и успешному проведению спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очагах поражения. Замеры дозы облучения позволяют избежать переоблучения и определить работоспособность населения и отдельных людей. Замеры степени зараженности различных объектов радиоактивными веществами (РВ) определяют необходимость и полноту дезактивации, пригодность зараженных продуктов, воды и кормов к потреблению.

Единицы измерения радиоактивности, степени радиоактивного загрязнения, дозы облучения и уровня радиации.

Активностью называется мера количества радиоактивного вещества, выражаемая числом ядерных превращений в единицу времени. В системе СИ за единицу активности принято одно ядерное превращение в секунду (расп/с). Эта единица получила название *беккерель* (Бк). внесистемной единицей измерения активности является *кюри* (Ки). Кюри – активность такого количества вещества, в котором происходит $3,7 \times 10^{10}$ актов распада в секунду. Такой активностью обладает 1 г радия. Для измерения малой активности пользуются производными величинами: *милликюри* ($1 \text{ мКи} = 10^{-3} \text{ Ки} = 3,7 \times 10^7 \text{ Бк}$), *микрокюри* ($1 \text{ мкКи} = 10^{-6} \text{ Ки} = 3,7 \times 10^4 \text{ Бк}$). В практике пользуются числом распадов в минуту, тогда единицы активности имеют следующие значения: $1 \text{ Ки} = 2,2 \times 10^{12} \text{ расп/мин}$; $1 \text{ мКи} = 2,22 \times 10^9 \text{ расп/мин}$; $1 \text{ мкКи} = 2,22 \times 10^6 \text{ расп/мин}$.

Активность вещества, отнесенную к единице массы или объема, называют *удельной активностью* и выражают в Бк/кг, Бк/м³, Ки/кг, Ки/л, а к единице поверхности – *поверхностной активностью*, или *плотностью заражения*, выражают в Бк/см², Ки/км². Знание степени заражения позволяет оценить вредное биологическое воздействие радиоактивно зараженных предметов и веществ при соприкосновении с ними людей (животных) или попадании их внутрь организма. Невозможной для проживания считается местность с загрязнением от 1 Ки/км^2 и выше.

Ионизирующая способность радиоактивных излучений характеризуется дозой – энергией, переданной излучением облучаемой массе вещества. Существуют две принципиально различные величины дозы излучения: экспозиционная и поглощенная.

Экспозиционная доза характеризует ионизирующую способность излучений в воздухе. За единицу экспозиционной дозы принят *кулон на килограмм* (Кл/кг) – экспозиционная доза рентгеновского и гамма-излучения, при которой в килограмме сухого атмосферного воздуха образуются ионы, несущие суммарный заряд в 1 кулон электричества каждого знака. внесистемной единицей экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучения является *рентген* (Р). Рентген – экспозиционная доза, при которой в 1 см^3 воздуха образуется $2,08 \times 10^9$ пар ионов. Производными от рентгена являются *миллирентген* (мР) и

микрорентген (мкР). $1\text{Р} = 10^3\text{ мР} = 10^6\text{ мкР}$. В системе СИ единицей является *кулон на килограмм* (Кл/кг). $1\text{ Кл/кг} = 3876\text{ Р}$.

Поглощенная доза характеризуется энергией, поглощенной массой облученного вещества. За единицу поглощенной дозы излучения в системе СИ принимается 1 джоуль энергии, поглощенной 1 килограммом вещества (Дж/кг), или *Грей* (Гр). $1\text{ Гр} = 1\text{ Дж/кг} = 100\text{ рад}$. Именно от величины поглощенной энергии в первую очередь зависит степень, глубина и форма лучевых поражений, развивающихся среди биологических объектов при воздействии на них ионизирующего излучения. В радиобиологии и радиационной гигиене ранее использовали внесистемную единицу поглощенной дозы – *рад*. Рад – это такая поглощенная доза, при которой количество поглощенной энергии в 1 г любого вещества составляет 100 эрг, независимо от вида и энергии излучения. Соотношение доз излучения (в рентгенах) и поглощенных доз (в радах) следующее: при дозе излучения в 1 Р поглощенная доза в воздухе составляет 0,87 рад, а в воде и живой ткани – 0,93 рад. Поэтому сравнительно с небольшой ошибкой о поражающем действии излучений на живые ткани организма можно судить по эффекту ионизации воздуха гамма-излучением, т.е. оценивать в рентгенах.

Мощность дозы, или интенсивность излучения, характеризует время накопления. Поражающий эффект излучений зависит не только от величины поглощенной дозы, но и от времени ее накопления, т.е. единицей мощности поглощенной дозы при взаимодействии с телом человека или животных является *грей в секунду* – Гр/с (внесистемные – Гр/час, Р/час, рад/час).

Эквивалентная доза характеризует способность различных видов излучений вызывать в живых тканях биологический эффект. Так, альфа-частицы в 20 раз эффективнее действуют на живую ткань, чем бета-частицы, а нейтроны лишь в 10 раз эффективнее бета-частиц. Единицей эквивалентной дозы является *зиверт* (Зв) (внесистемная единица эквивалентной дозы – *бэр*). 1 Гр бета- и гамма-лучей эквивалентен 1 Зв, 1 Гр альфа-лучей – 20 Зв, 1 Гр нейтронного потока – 10 Зв.

Эффективная доза – это эквивалентная доза с учетом коэффициента чувствительности тканей. Наиболее чувствительные ткани человека – гаметы и костный мозг, несколько выносливее легкие и молочные железы. Самая выносливая ткань – нервная.

Определить в полевых условиях радиоактивность в единицах кюри довольно сложно. Поэтому в настоящее время степень радиоактивного заражения измеряют в единицах мощности дозы по гамма-излучению в *миллирентгенах в час* (мР/ч). В полевых условиях часто достаточно определить не абсолютное значение радиоактивного заражения, а установить лишь, как заражен объект, – выше или ниже допустимого значения. Поэтому в качестве допустимых норм зараженности пользуются мощностями доз, соответствующих безопасным плотностям заражения.

2. Принципы работы штатных дозиметрических приборов

Принципы обнаружения ионизирующих (радиоактивных) излучений (нейтронов, протонов, электронов, тяжелых ионов, альфа-частиц и гамма-лучей) основаны на способности этих излучений ионизировать вещества 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 относят: улучшение электропроводимости веществ, люминесценция некоторых из них; засвечивание фотоматериалов; изменение цвета, окраски или прозрачности отдельных химических растворов, изменение сопротивления газов электрическому току. Соответствующие методы обнаружения и измерения ионизирующих излучений названы: фотографический, сцинтилляционный, химический, ионизационный и электростатический.

Фотографический метод основан на степени почернения фотоэмульсии. Под воздействием ионизирующих излучений молекулы бромистого серебра в эмульсии распадаются на бром и серебро. Образовавшиеся при этом кристаллики металлического серебра и вызывают почернение (чем больше поглощенная энергия излучения, тем больше почернение) фотоматериалов при их проявлении. Сравнив степень почернения проявленных фотоматериалов с эталоном, можно определить дозу поглощенного излучения. На этом принципе основана работа индивидуальных фотодозиметров.

Сцинтилляционный метод основан на способности некоторых веществ (сернистый цинк, йодистый натрий, вольфрамат кальция, платиносернистый барий, нафталин, антипирин) давать вспышки при

попадании ионизирующих частиц в их кристаллы. Количество вспышек пропорционально мощности дозы излучения и регистрируется с помощью фотоэлектронных умножителей (ФЭУ). На этом принципе основана работа сцинтилляционных дозиметров.

Химический метод базируется на изменении структуры некоторых растворенных веществ под воздействием ионизирующих излучений. Так, хлороформ в воде при облучении разлагается с образованием соляной кислоты, которая меняет цвет или насыщенность цвета индикатора ионов водорода, добавленных к хлороформу. По интенсивности окраски судят о дозе облучения (поглощенной энергии). На этом принципе основаны химические дозиметры ДП-70.

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 ионизации газа возникает направленное движение заряженных частиц, т.е. электрический ток, называемый ионизационным. Измеряя этот ток, можно судить об интенсивности ионизирующих излучений. Этот принцип лежит в основе работы счетчика Гейгера, на основе которого работают большинство современных дозиметров, например ДП 5В, ДП 3Б, бытовые дозиметры «Бэлла» и РКСБ-104. Газоразрядный счетчик – металлический цилиндр или стеклянный, покрытый изнутри слоем меди, заполнен аргоном, неоном или парами брома. Имеет катод – корпус счетчика (отрицательный заряд) и анод – нить внутри камеры. Напряжение – 400 – 1000 вольт. При попадании радиоактивных частиц происходит ионизация газа и в электрическом поле ионы двигаются к противоположным полюсам; появляется ток ионизации, который можно усилить и измерить микроамперметром.

Электростатический метод. На подвижный и неподвижный электроды, помещенные в герметичный цилиндр, на изоляторах подается напряжение. В результате взаимодействия зарядов на оси подвижного электрода появляется вращающий момент, пропорциональный поданному напряжению и уравновешенный пружиной. При ионизации газа, заполнившего цилиндр, возникает электрический ток, который уменьшает имеющийся потенциал. При этом подвижный электрод, соединенный со шкалой, поворачивается, так как действие

пружины становится сильнее отталкивающего электростатического момента.

3. Устройство и порядок работы с радиометрами (рентгенометрами) и дозиметрами

Измерители мощности дозы (рентгенометры). В настоящее время основным прибором радиационной разведки невоенизированных формирований ГОЧС является измеритель мощности дозы (рентгенометр) ДП-5В.

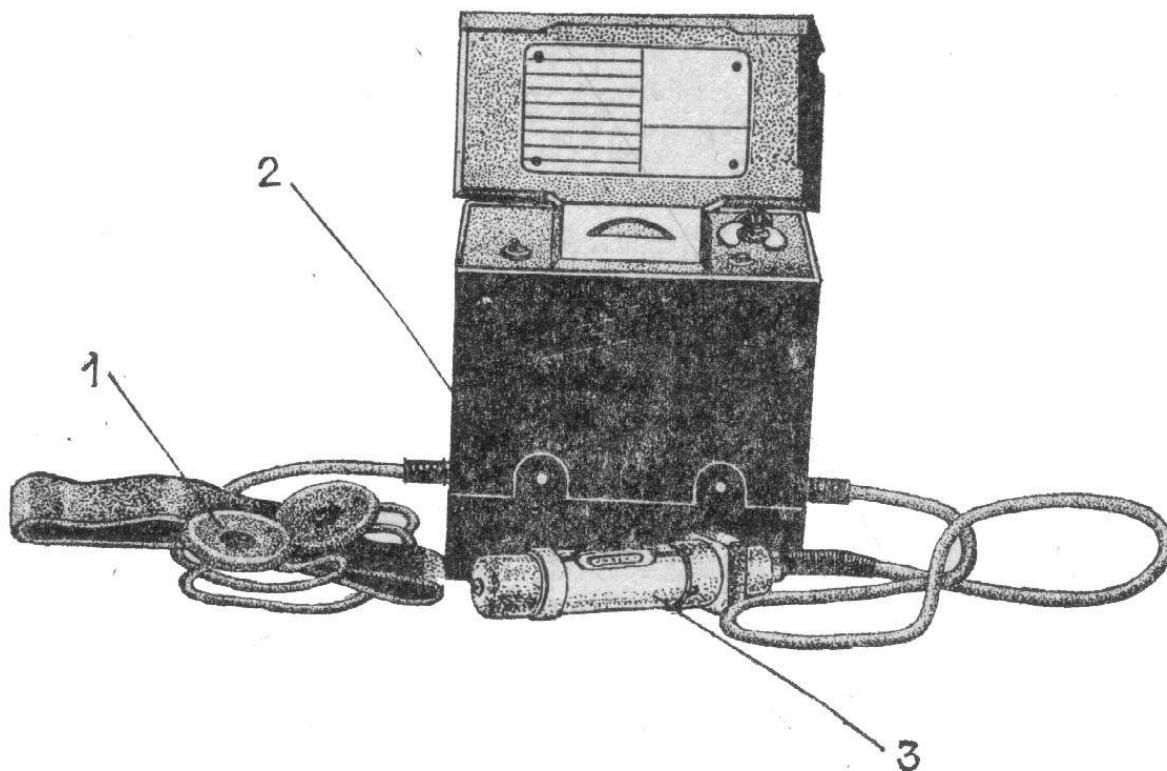


Рис. 1. Прибор ДП-5В в футляре: 1 – наушники, 2 – футляр, 3 – зонд

Рентгенометр-радиометр ДП-5В (рис. 1) предназначен для измерения уровней гамма-излучения на местности с мощностью от 0,5 до 200 Р/час (рентгенометр) в диапазоне энергий гамма-квантов от 0,08 до 1,25 Мэв и для определения степени радиоактивной зараженности людей и поверхности различных предметов по гамма-излучению в диапазоне от 0 до 5 000 мР/час (гамма-радиометр). Кроме того, имеется возможность обнаружения бета-излучения.

Устройство прибора. Прибор состоит из пульта управления, зонда и телефонных наушников, соединенных кабелями, удлинительной штанги для зонда, делителя напряжения.

На панели измерительного пульта размещены: микроамперметр с двумя измерительными шкалами; переключатель поддиапазонов на 8 положений; кнопки сброса показаний и подсвета шкалы; винт установки нуля. Внизу имеется отсек для размещения источников питания. Воспринимающим устройством прибора являются газоразрядные счетчики (СБМ-20 и СИЗБГ), установленные в головке зонда. Зонд представляет собой стальной цилиндрический корпус с окном для индикации бета-излучения, закрытым пластмассой, через которую проникают даже бета-частицы. На его корпус надет металлический поворотный экран, который фиксируется в трех положениях («Г», «Б» и «К»). 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 вместе с гамма-лучами 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 (стронциево-иттриевый источник бета-излучения мощностью излучения около 20 мР/час). Кроме того, 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 имеется окно для наблюдения за показаниями прибора. Для ношения прибора к футляру присоединяются два ремня. Наушники 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.

У прибора имеется 6 диапазонов измерений:

Диапазон I – «200» – по шкале 0 – 200 Р/час, измеряют в интервале 5 – 200 Р/час;

Диапазон II – «x 1000» – по шкале 0 – 5 мР/час, измеряют в интервале 500 – 5 000 мР/час;

Диапазон III – «x 100» – по шкале 0 – 5 мР/час, измеряют в интервале 50 – 500 мР/час;

Диапазон IV – «х 10» по шкале 0 – 5 мР/час, измеряют в интервале 5 – 50 мР/час;

Диапазон V – «х 1» – по шкале 0 – 5 мР/час, измеряют в интервале 0,5 – 5 мР/час;

Диапазон VI – «х 0,1» – по шкале 0 – 5 мР/час, измеряют в интервале 0,05 – 0,5 мР/час.

Отсчет показаний приборов производится по нижней шкале микроамперметра в Р/час, по верхней шкале – в мР/час с последующим умножением на соответствующий коэффициент поддиапазона. Участки шкалы от нуля до первой значащей цифры являются нерабочими. Прибор имеет звуковую индикацию на всех поддиапазонах, кроме первого.

Уход за прибором: следует содержать его в чистоте; оберегать от ударов и тряски; защищать от прямых солнечных лучей, сильного дождя, мороза, грязи; выключать в перерывах между работой; следить за наличием смазки в резьбе корпуса зонда; не перегибать слишком сильно кабель; не прилагать больших усилий при вращении ручек потенциометра и переключателей; после работы под дождем пульт и зонд протирать промасленной тряпкой; раз в 2 года проводить градуировку и настройку прибора. Внеплановая градуировка и настройка прибора производится при смене счетчиков, стабилизаторов или при замене других деталей, резко изменяющих параметры прибора. После работы в зонах с высоким уровнем радиации производят дезактивацию прибора. С этой целью поверхность прибора тщательно протирают влажной тряпкой или тампонами, для снятия пыли. Исползованные тряпки и тампоны выбрасывают в специальную тару.

Подготовка прибора к работе:

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

- вынуть зонд (блок детектирования), присоединить к нему ручку в виде удлинительной штанги;

- установить корректором механический нуль на шкале микроамперметра;

- вставить три сухих элемента КБ-1 в отсек питания после открытия его крышки. Крышка отсека питания крепится к основанию невыпадающим винтом. При питании прибора от постоянных источни-

ков постоянного тока, например аккумуляторов транспортных средств, пользуются делителем напряжения, который вставляют в отсек питания вместо элементов, установив подвижные пружинные контакты в положение, соответствующее напряжению используемого аккумулятора (12 или 24 вольта) и разматывают кабель длиной до 10 м;

- поставить ручку переключателя диапазонов на черный треугольник. Стрелка прибора должна установиться на жирной черте шкалы между цифрами 2 и 3. Если стрелка микроамперметра не отклоняется или не устанавливается на режимном секторе, необходимо проверить годность источников питания. Если стрелки микроамперметра не входят в режимный сектор, необходимо заменить источники питания.

Проверку работоспособности прибора проводят на всех диапазонах, кроме первого («200»), с помощью контрольных источников, для чего экран зонда устанавливают в положении «К» и подключают телефоны. Затем, переводя последовательно переключатель диапазонов в положения «х 1000», «х 100», «х 10», «х 1» и «х 0,1», наблюдают за показаниями прибора и прослушивают щелчки в телефонах. Стрелка микроамперметра должна зашкаливать на VI и V поддиапазонах (нажать кнопку «Сброс», при этом стрелка должна установиться на нулевой отметке шкалы), отклоняться на IV (должна остановиться у цифры 2), а на III и II может не отклониться из-за низкой чувствительности прибора. После этого ручку переключателя ставят в положение «Выкл.»; нажимают кнопку «Сброс»; поворачивают экран в положение «Г». После всего этого прибор готов к работе.

Проведение измерений.

Для измерения уровня радиации на местности измерение уровня радиации производится на высоте 0,7 – 1 м, т.е. на уровне «критических органов». Повышение точности измерения прибора происходит при ориентации оси зонда параллельна земле (соответствует максимальной чувствительности). Для определения мощности дозы гамма-излучений (уровня радиации) необходимо: поставить экран зонда в положение «Г», вставить зонд под прибор в футляр, переключатель диапазонов – в положение 200 и через 15 секунд произвести отсчет по стрелке прибора на нижней шкале. Полученный результат указывает на величину гамма-излучения (от 5 до 200 Р/ч). При низком уровне радиации ставят диапазон «х 1000» и по шкале 0 – 5 мР/час через 40 секунд проводят замер. Продолжительность измерений на более чувствительных диапазонах – 60 секунд. Если при измерениях на ка-

ком-либо диапазоне прибор зашкаливает (стрелка уходит в крайнее правое положение), то переходят на более грубый диапазон измерения. Следует избегать отсчетов при крайних положениях стрелки из-за увеличения ошибки (в начале или конце шкалы). Определение заражения радиоактивными веществами поверхности тела, одежды, шерстного покрова животных и других объектов может производиться в том случае, если внешний гамма-фон не превышает предельно допустимого заражения данного объекта более чем в 3 раза. При этом гамма-фон измеряется на расстоянии 15 – 20 м от исследуемого объекта, а зараженность поверхности объекта измеряется на всех диапазонах, кроме диапазона I.

Для измерения степени зараженности зонд с экраном в положении «Г» необходимо поднести опорными точками к поверхности объекта и, медленно перемещая его над ней, определить место максимального заражения по наибольшей частоте щелчков или по максимальному показанию микроамперметра и снять показания прибора. Из этого показания вычитают величину гамма-фона и получают действительную степень зараженности объекта. Если показания прибора при обоих измерениях одинаковы, значит объект не заражен. Для определения зараженности поверхности по гамма-излучению в мР/час закрыть окно зонда (положение «Г»), зонд установить на расстоянии 2 – 3 см от объекта и на пяти диапазонах по шкале 0 – 5 определить зараженность в мР/час. Для измерения бета-зараженности открыть экран на зонде (положение «Б»), поднести зонд к измеряемой поверхности на 2 – 3 см, переключатель последовательно ставить на «x 1000», «x 100», «x 10», «x 1» до получения показаний в размерах шкалы в мР/час. Для обнаружения бета-излучений на зараженном объекте необходимо установить экран зонда в положение «Б». Увеличение показаний прибора на одном и том же диапазоне по сравнению с показателями по гамма-излучению (экран зонда в положении «Г») будет свидетельствовать о наличии бета-излучения, а следовательно, о заражении обследуемого объекта и бета-радиоактивными веществами, что повышает степень опасности зараженного объекта при контакте с ним. Обнаружение бета-излучений необходимо также и для того, чтобы определить, на какой стороне брезентовых тентов, кузовов автомашин, стенок тарных ящиков и кухонных емкостей, стен и перегородок сооружений находятся радиоактивные осадки.

Для измерения зараженности жидких и сыпучих веществ на зонд надевается чехол из полиэтиленовой пленки для предохранения датчика от загрязнения. Практически определить предельно допустимые дозы заражения воды, продовольствия и кормов в зонах радиоактивного заражения на следе взрыва (где минимальный уровень радиации 0,5 Р/ч) нельзя. Поэтому разведчики должны в зонах заражения отобрать пробы воды, продовольствия и фуража согласно имеющимся инструкциям и измерить зараженность в защитных сооружениях, существенно снижающих гамма-фон. Для удобства работы при измерении зараженности различных объектов используется удлинительная штанга. Она же позволяет при необходимости увеличить расстояние от дозиметриста до контролируемого объекта.

Радиационную разведку местности с уровнем радиации до 5 Р/час производят на втором поддиапазоне (зонд в положении экрана «Г») остается в кожухе прибора, а свыше 5Р/час на первом поддиапазоне. При измерении прибор должен находиться на расстоянии 0,7 – 1 м от поверхности земли.

Степень радиоактивного заражения кожных покровов людей, их одежды, домашних животных, техники определяют в следующей последовательности. Вначале измеряют гамма-фон местности, где расположены объекты. Затем зонд подносят к поверхности исследуемого объекта, но не ближе чем на 15 – 20 см. Из полученного результата вычитают значение гамма-фона.

Наведенную радиоактивность техники, подвергшейся нейтронному облучению, проверяют в два измерения – снаружи и внутри техники. Если результаты близки по значениям, то техника имеет наведенную радиоактивность.

Обнаружение бета-излучений проводят при положении защитного экрана на зонде в положении «Б». При этом его необходимо поднести к исследуемой поверхности на расстояние 1,5 – 2 см. Ручку переключателя поддиапазонов последовательно поставить в положения «х 0,1», «х 1», «х 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 крышке футляра даны сведения о допустимых нормах радиоактивного заражения (табл. 1) и указаны поддиапазоны, на которых они измеряются.

Таблица 1

Предельно допустимые величины зараженности

<i>Объект</i>	<i>мР\час</i>
Бронетехника	400
Автомобили	200
Личное оружие	50
Оборудование столовых, тара продуктов	50
Сырое мясо	20
Вода	4
Хлеб, рыба сырая, крупы сваренные	1,5

Бортовой измеритель мощности дозы ДП-ЗБ (рентгенометр) (рис. 2) предназначен для измерения мощностей дозы гамма-излучения на местности. Это основной прибор ведения радиационной разведки на автомобилях, бронетранспортерах, вертолетах, дрезинах, имеющих бортовую сеть постоянного тока напряжением 12 или 24 В. В комплект прибора входит: измерительный пульт, выносной блок, соединительный кабель для их соединения, крепежные скобы, техническая документация. На панели 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 и указателя поддиапазонов, кнопка «Проверка», переключатель поддиапазонов на шесть положений: выключено – «Выкл.», включено – «Вкл.», «x 1», «x 10», «x 100» и «500». Диапазон измерения прибора – от 0,1 до 500 Р/ч.

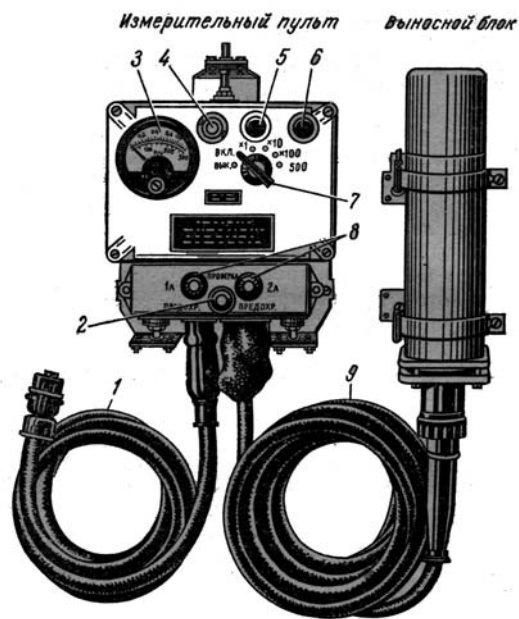


Рис. 2. Бортовой рентгенометр ДП-3Б:

1 – кабель питания; 2 – кнопка проверки прибора; 3 – микроамперметр; 4 – лампа освещения; 5 – указатель поддиапазонов; 6 – лампа световой индикации; 7 – переключатель поддиапазонов; 8 – предохранители; 9 – кабель выносного блока

Подготовка прибора к работе слагается из внешнего осмотра, проверки его комплектности и работоспособности. При внешнем осмотре проверяются: наличие и механическая исправность всех принадлежностей, входящих в комплект прибора; герметичность крышек корпуса, защитного стекла микроамперметра и корпуса выносного блока; четкость фиксации положений ручки переключателя в соответствии с поддиапазоном прибора.

Для проверки работоспособности прибора необходимо переключатель перевести в положение «ВКЛЮЧЕНО», при этом загорается лампочка красного цвета. Через 5 минут нажать кнопку «ПРОВЕРКА», при этом в исправном приборе стрелка микроамперметра устанавливается в пределах 0,4 – 0,8 делений шкалы, индикаторная лампа зеленого цвета дает частые вспышки или горит непрерывно, слышен звук высокого тона, характерный для работающего преобразователя. При отпущенной кнопке «ПРОВЕРКА» лампа световой индикации не горит, стрелка микроамперметра находится в пределах черного сектора шкалы, но слышен звук работающего преобразователя. На местности, зараженной радиоактивными вещества-

ми, в положении «ВКЛЮЧЕНО» прибор регистрирует излучение, поэтому при нажатии кнопки «ПРОВЕРКА» стрелка микроамперметра может отклониться за 0,8 деление шкалы.

Перед измерением уровней радиации переключатель следует 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 секунд отсчитать показания по верхней шкале микроамперметра. Если стрелка зашкаливает, переключатель последовательно устанавливают в положение второго, третьего и четвертого поддиапазонов. Показания на первых трех поддиапазонах снимают по верхней шкале и умножают их соответственно на коэффициенты 1, 10, 100. На четвертом поддиапазоне показания снимать по нижней шкале без умножения на какой-либо коэффициент.

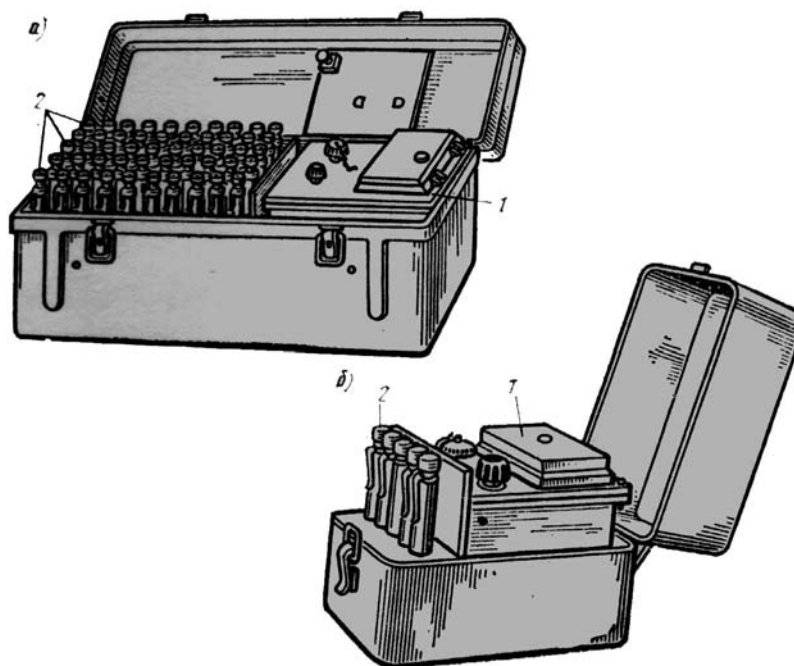


Рис. 3. ДП-22 (А) и ДП-24 (Б):

1 – зарядное устройство; 2 – индивидуальные дозиметры

Комплекты индивидуальных дозиметров ДП-22В и ДП-24 (рис. 3), имеющих дозиметры карманные прямопоказывающие ДКП-50 (рис. 4), 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 при изменении мощности дозы от

0,5 до 200 Р/ч в диапазоне энергий 100 КЭВ-2 МЭВ (погрешность составляет 40%). Комплект дозиметров состоит из зарядного устройства и 5 (ДП-24) или 50 (ДП-22В) прямопоказывающих индивидуальных дозиметров весом 35 г каждый. Зарядное устройство предназначено для зарядки дозиметров от двух сухих элементов на 1,5 В, обеспечивающих непрерывную работу прибора не менее 30 часов. Погрешность измерений $\pm 10\%$.

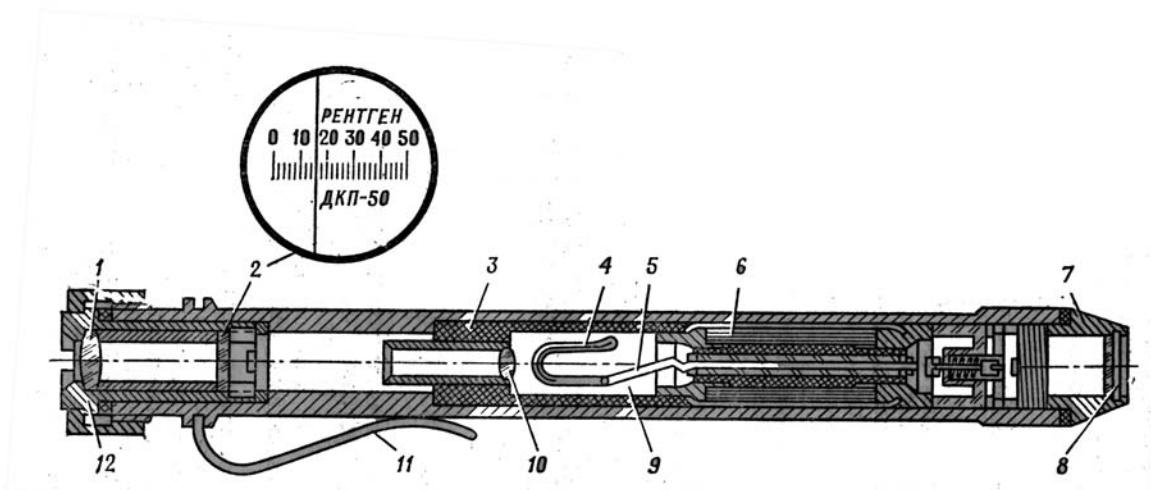


Рис. 4. ДКП-50: 1 – окуляр; 2 – шкала; 3 – корпус; 4 – визирная нить; 5 – внутренний электрод; 6 – конденсатор; упорная втулка; 7 – защитная оправа; 8 – стекло; 9 – ионизационная камера; 10 – объектив; 11 – держатель; 12 – верхняя пробка

Дозиметр карманный прямопоказывающий (ДКП-50) предназначен для измерения экспозиционных доз гамма-излучения. Конструктивно он выполнен в форме авторучки и состоит из дюралевого корпуса, в котором расположены ионизационная камера с конденсатором, электроскоп, отсчетное устройство и зарядная часть (рис. 4). Основная часть дозиметра – малогабаритная ионизационная камера, к которой подключен конденсатор и электроскоп. Внешним электродом системы камера – конденсатор является дюралевый цилиндрический корпус, внутренним электродом – алюминиевый стержень. Электроскоп образуют изогнутая часть внутреннего электрода (держатель) и приклеенная к нему платинированная визирная нить (подвижной элемент). В передней

части корпуса расположено отсчетное устройство – микроскоп с 90-кратным увеличением, состоящий из окуляра, объектива и шкалы. Шкала имеет 25 делений (от 0 до 50 Р). Цена одного деления соответствует двум рентгенам. В задней части корпуса находится зарядная часть, состоящая из диафрагмы с подвижным контактным штырем. При нажатии штырь замыкается с внутренним электродом ионизационной камеры. При снятии нагрузки контактный штырь диафрагмой возвращается в исходное положение. Зарядную часть дозиметра предохраняет от загрязнения защитная оправа. Дозиметр крепится к карману одежды с помощью держателя.

Принцип действия дозиметра подобен действию простейшего электроскопа. В процессе зарядки дозиметра визирная нить отклоняется от внутреннего электрода под влиянием сил электростатического отталкивания. Отклонение нити зависит от приложенного напряжения, которое при зарядке подбирают так, чтобы изображение визирной нити совпало с нулем шкалы отсчетного устройства. При воздействии гамма-излучения на заряженный дозиметр в рабочем объеме камеры возникает ионизационный ток, что уменьшает первоначальный заряд конденсатора (потенциал внутреннего электрода). Его изменение 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 устройства. Держа шкалу дозиметра против света и наблюдая через окуляр за нитью, можно в любой момент произвести отсчет полученной экспозиционной дозы излучения. Дозиметр ДКП-50 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/час. Саморазряд дозиметра в нормальных условиях не превышает 4 Р за сутки.

Подготовка комплекта к действию состоит из внешнего осмотра, проверки комплектности и зарядки дозиметров ДКП-50. Для этого отвинчивают пылезащитный колпачок (защитная оправка) дозиметра и колпачок гнезда «заряд» на зарядном устройстве ЗД-5. Ручку «заряд» выводят против часовой стрелки, дозиметр вставляют в гнездо, упираясь в его дно, при этом внизу гнезда зажигается лампочка, освещающая шкалу дозиметра, и включается высокое напряжение. Оператор, наблюдая в окуляр и вращая ручку «заряд» по часовой стрелке,

устанавливает изображение нити на нулевую отметку шкалы дозиметра, вынимает дозиметр из гнезда и навинчивает защитный колпачок. Дозиметры выдают личному составу формирований, работающих в зоне радиоактивного заражения.

Экспозиционную дозу излучения определяют по положению нити на шкале отсчетного устройства. Отсчет необходимо производить при вертикальном положении нити, чтобы исключить влияние на показание дозиметра прогиба нити от веса. Показания дозиметра заносят в журнал учета облучения личного состава (все дозиметры пронумерованы, поэтому каждый из них закрепляется персонально).

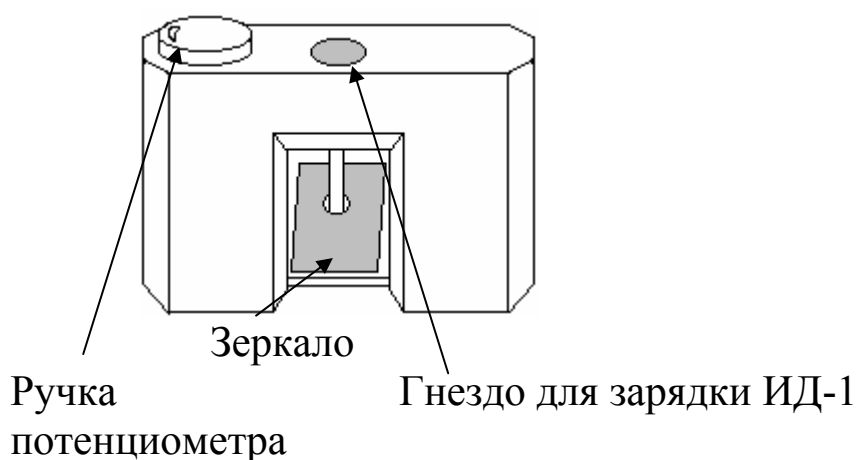


Рис. 5. Зарядное устройство к ИД-1

Комплект ИД-1 (рис. 5) предназначен для измерения поглощенных доз гамма- и нейтронного излучения. Он состоит из индивидуальных дозиметров ИД-1 (10 штук) и зарядного устройства ЗД-6.

Принцип работы дозиметра ИД-1 аналогичен принципу работы дозиметров ДКП-50. Дозиметр обеспечивает измерение поглощенных доз гамма- и нейтронного излучения в диапазоне от 20 до 500 рад при мощностью дозы до 366 000 рад/ч. Саморазряд дозиметра при 20°C, атмосферном давлении 100 кПа, относительной влажности 65% не превышает за 24 часа одно деление, за 150 часов – два деления. Отсчет измеряемых доз производится по шкале, расположенной внутри дозиметра и наблюдаемой на свет через окуляр.

Принцип работы зарядного устройства основан на следующем: при вращении ручки потенциометра по часовой стрелке рычажный механизм создает давление на пьезоэлементы, которые, деформируясь,

образуют на торцах разность потенциалов. При этом по центральному стержню зарядного гнезда подается плюс на центральный электрод ионизационной камеры дозиметра, а по корпусу – минус на внешний электрод ионизационной камеры. Для приведения дозиметра в рабочее состояние его следует зарядить. Для этого надо повернуть ручку зарядного устройства против часовой стрелки до упора, вставить дозиметр в контактное гнездо, направить зеркало зарядного устройства на внешний источник света и добиться максимального освещения шкалы поворотом зеркала; нажать на дозиметр и, наблюдая в окуляр, поворачивать ручку потенциометра зарядного устройства по часовой стрелке до тех пор, пока изображение нити на шкале дозиметра не установится на 0, после этого вынуть дозиметр из гнезда, проверить положение нити на свет (при вертикальном положении нити ее изображение должно быть на 0). Дозиметр во время работы в поле действия ионизирующих излучений носят в кармане одежды. Периодически наблюдая в окуляр дозиметра, определяют по положению изображения нити на шкале дозиметра дозу гамма- и нейтронного излучения, полученную за время работы.

Оценка показаний бытового дозиметра («Белла»). Дозиметр (рис. 6) предназначен для измерения мощности дозы (МД), т.е. дозы за единицу времени. Установлено, что последствия облучения определяются не мощностью дозы, а суммарной полученной дозой, т.е. мощностью дозы, помноженной на время, в течение которого облучается человек (МД × время облучения). Например, если мощность дозы внешнего облучения составляет 0,11 микрозиверта в час (мкЗв/ч) – то облучение в течение года (8 800 часов) создаст дозу почти в 1 000 мкЗв/ч, или 1 миллизиверт (мЗв). Мощность дозы естественного фона составляет от 0,08 до 0,17 мкЗв/ч и в зависимости от местных условий может увеличиваться до 0,60 мкЗв/ч (предел безопасности для основного населения). Известно, что гранитные породы радиоактивны, и поэтому вблизи гранитной стены МД излучения может возрасти на 0,15 мкЗв/ч над фоновым значением. Для населения, проживающего вблизи атомных электростанций, установлен больший предел: 2,4 мкЗв/ч. Во всех случаях повышения уровня внешнего излучения рекомендуется сообщить об этом представителям санэпиднадзора и получить от них квалифицированные рекомендации о поведении в этих условиях.

При помощи дозиметра можно также оценить радиоактивное загрязнение продуктов питания по их внешнему γ -излучению. Минимальный уровень радиоактивного загрязнения, требующий внимания, в соответствии с рекомендацией НКРЗ установлен в 4 килобеккереля на 1 кг (литр) – 4 кБк/кг (л), или 10^{-7} Кюри/кг(л). В настоящее время, после Чернобыльской катастрофы, основными дозообразующими радионуклидами являются цезий-137, который концентрируется в молоке и мясопродуктах, и стронций-90, который концентрируется в костях. Для контроля уровня загрязнения молока или мясопродуктов необходимо дозиметр поместить вплотную левым боком (там находится центр чувствительной области детектора) к емкости, содержащей 1 литр молока или 1 кг мяса (мясопродукта), можно через полиэтиленовую пленку или бумагу. Если загрязнение контролируемого продукта достигает 4 кБк/кг(л), показания дозиметра должны увеличиться на 0,15 мкЗв/ч над фоном. При обнаружении такого радиоактивного загрязнения продукта питания рекомендуется отказаться от его потребления или ограничить потребление вдвое по сравнению с обычным рационом питания.

Если излучение от продуктов питания повысит МД до 0,3 мкЗв/ч над уровнем фона, потребление таких продуктов должно составлять не более одной четверти. При 1 мкЗв/ч – не более одной десятой. При обнаружении радиоактивного загрязнения продуктов питания рекомендуется сообщить об этом представителям санэпиднадзора и получить от них квалифицированный совет.

Устройство бытового дозиметра «Белла» показано на рисунке 6.

МЭД – мощность эквивалентной дозы. Измерения МЭД осуществляется автоматически через каждые 30 секунд или вручную, путем кратковременного нажатия на кнопку «МЭД – контроль питания». Время измерения – 30 секунд, при этом на цифровом табло после каждой цифры индицируются точки: 0.0.2.3

Исчезновение точек сигнализирует об окончании работы: 0 0.2 3

Это соответствует 0,23 мкЗв/час.

При естественном фоновом излучении дозиметр должен подавать звуковые сигналы от 10 до 60 в минуту. При повышении интенсивности излучения частота звуковых сигналов возрастает. Показания дозиметра на табло после замера будут сохраняться 30 секунд, а затем опять произойдет обнуление табло: 0.0.0.0

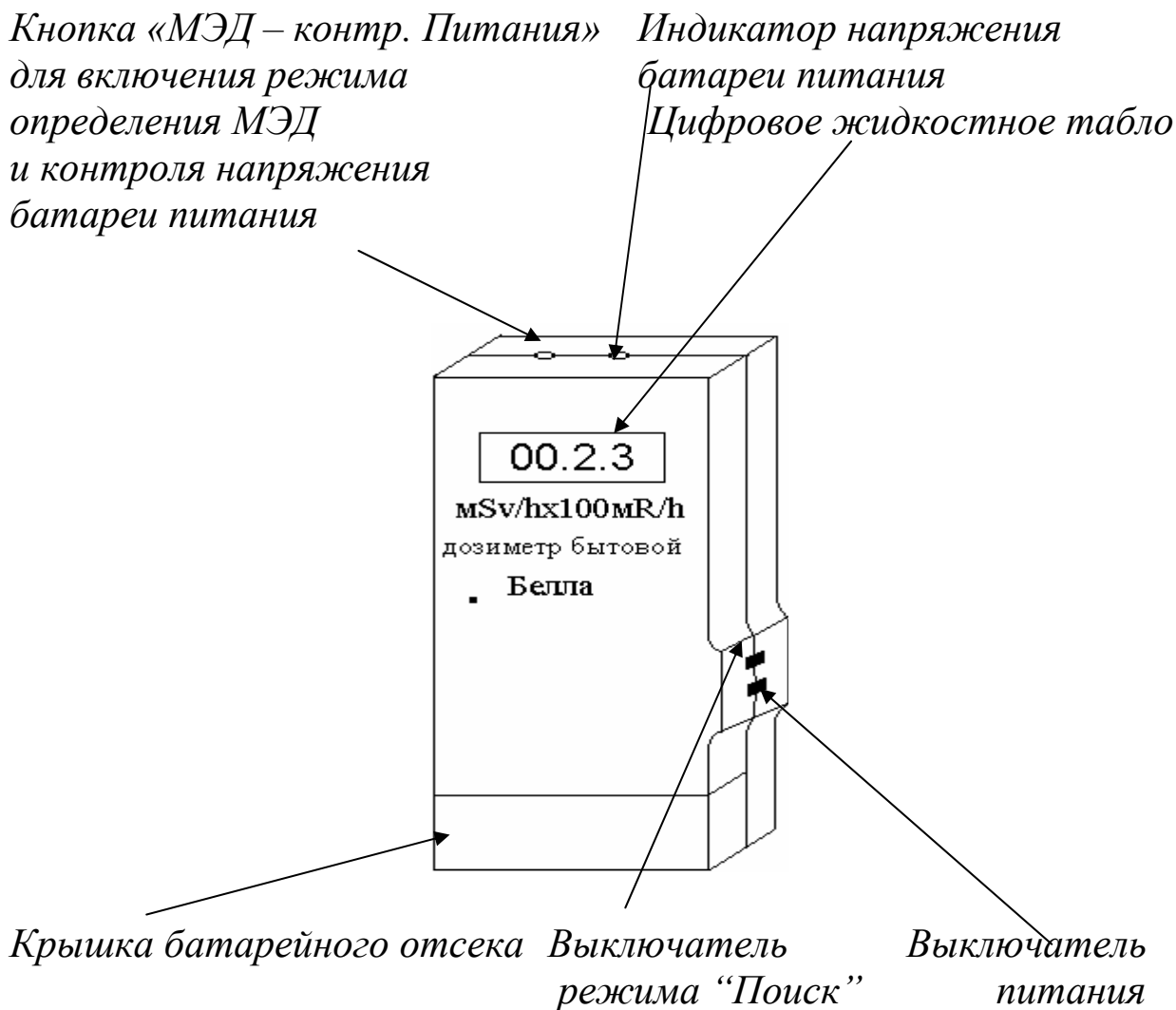


Рис. 6. Устройство бытового дозиметра «Белла»

Для более точного определения МЭД внешнего излучения необходимо снять 5 показаний МЭД и вычислить среднее арифметическое значение. Для получения значения МЭД в мкР/ч (mR/h) необходимо показания дозиметра умножить на 100, например: 0,23 (мкЗв/ч) × 100 = 23 (мкР/ч).

Прибор комбинированный для измерения ионизирующих излучений РКСБ-104. Прибор (рис. 7) предназначен для индивидуального использования с целью контроля радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях. Он совмещает функции дозиметра и радиометра и позволяет измерять:

- мощность полевой эквивалентной дозы излучения – Н (мкЗв/ч),
- плотность потока при излучении с поверхности- ($1/(с \times см^2)$),

- удельную активность (для радионуклида цезий-137 в веществах) – A_m (Бк/кг),

- подавать звуковую сигнализацию при повышении порогового значения мощности эквивалентной дозы излучения, установленного потребителем.

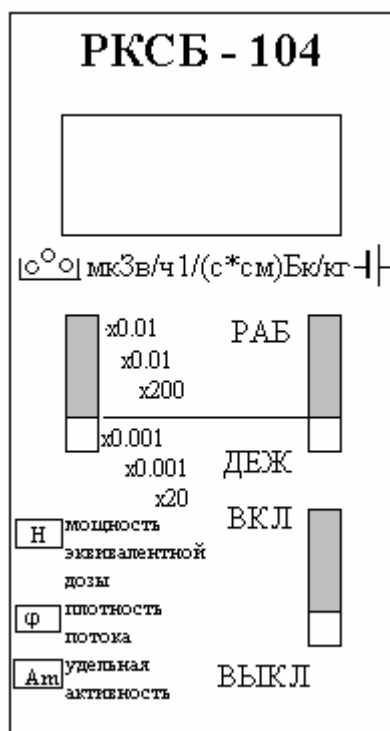


Рис. 7. Дозиметр РКСБ-104

При переполнении индикатора на табло слева появляется символ: \div .

При разряде батареи питания на индикаторе справа появляется символ: V .

Сзади прибора (на обороте) знаком + указан центр расположения счетчиков.

Измерение мощности полевой эквивалентной дозы излучения – H (мкЗв/ч).

1. Снять заднюю крышку-фильтр и поставить в положение «1» 3, 4, 5, 7-й движки кодового переключателя, считая сверху; а в положение «0» 1, 2, 6, 8-й движки.

2. Поставить заднюю крышку-фильтр на место.

3. Поставить тумблеры на передней панели в положения: «х 0,01»; «РАБ» и «ВКЛ».

Примерно через 18 секунд прибор выдает прерывистый звуковой сигнал, а на табло – символ «F» и 4-разрядное число. Для определения мощности эквивалентной полевой дозы излучения умножьте значащую часть числа на пересчетный коэффициент = 0,01 и получите результат в микрозивертах в час. Например: на табло 0 0 1 8, значащая часть 18; $18 \times 0,01 = 0,18$ мкЗв/ч (или 18 мкР/ч). При величинах мощности экспозиционной полевой дозы излучения менее 10 мкЗв/ч повторите измерения при нижнем положении левого тумблера передней панели прибора (х 0,001). При этом время измерения увеличивается до 180 секунд, а показания прибора умножают на 0,001. Например: на табло 0 1 8 2, значащая часть 182; $182 \times 0,001 = 0,182$ мкЗв/ч (18,2 мкР/ч).

Измерение загрязненности поверхностей излучающими радионуклидами.

1. Снять заднюю крышку-фильтр и поставить в положение «1» 2, 4, 6, 7-й движки кодового переключателя, считая сверху; а в положение «0» 1, 3, 5, 8-й движки.

2. Поставить заднюю крышку-фильтр на место.

3. Поставить тумблеры на передней панели в положения: х 0,01; «РАБ» и «ВКЛ».

Затем поднести прибор к исследуемой поверхности, поместив между ними полиэтиленовую пленку (пластмассовую упаковку прибора), или удалить прибор от этой поверхности на расстояние более 1 метра. Снимите фоновое показание прибора, которое установится на табло приблизительно через 18 секунд после включения прибора (запомните или запишите показания). Например: на табло 0 0 1 8; $18 \times 0,01 = 0,18$ (1/с \times см²). Выключите прибор тумблером на передней панели прибора: «Выкл».

Снимите заднюю крышку-фильтр и поместите прибор над исследуемой поверхностью на расстоянии не более 1 см. Включите прибор тумблером на передней панели прибора: «ВКЛ». Запишите или запомните второе показание прибора, установившееся во время действия прерывистого сигнала. Например: 0 2 4 3; $243 \times 0,01 = 2,43$ (1/с \times см²).

Величину загрязненности поверхности определяют как разницу между вторым и первым показателем: $2,43 - 0,18 = 2,25$ ($1/с \times см^2$). Для получения более точного результата при величинах плотности потока излучения с поверхности менее 10 ($1/с \times см^2$) левый крайний тумблер передней панели прибора ставят на $\times 0,001$. При этом время замера увеличивается до 180 секунд.

Измерение удельной активности радионуклида цезий-137.

1. Снять заднюю крышку-фильтр и поставить в положение «1» 1, 4, 5, 7-й движки кодового переключателя, считая сверху; а в положение «0» 2, 3, 6, 8-й движки.

2. Поставить тумблеры на передней панели в положения: $\times 20$; «РАБ». Заполнить измерительную кювету (половину упаковки) заведомо чистой в радиационном отношении водой до метки – буртина внутри кюветы и поставить прибор на кювету горизонтально, передней панелью вверх. Включить прибор тумблером «ВКЛ». Снять и записать 5 показаний прибора, выключая и включая прибор после каждого из них для ускорения измерений и найти их среднее арифметическое.

3. Вылить воду из кюветы, просушить ее и заполнить исследуемым веществом (раствором) до той же метки. Вновь установить прибор на кювету и включить его, произведя 5 замеров (см. выше). Величина удельной активности (A_m) радионуклида цезий-137 в исследуемом веществе равна разнице между вторым и первым среднеарифметическим показателем, умноженным на 20.

При переполнении табло счетной информацией, когда на нем индицируются 4-разрядные числа, превышающие 9 999, а перед числом появляется символ « -:- », измерения удельной активности надо повторить при верхнем положении левого тумблера на передней панели прибора ($\times 200$), а при расчетах разницу средних арифметических умножить на 200.

Установка порога срабатывания сигнализации, необходимого потребителю.

1. Снять заднюю крышку-фильтр и поставить в положение «1» 3, 4, 5, 7-й движки кодового переключателя, считая сверху; а в положение «0» 1, 2, 6, 8-й движки. Это соответствует порогу срабатывания прибора в $1,1$ мкЗв/ч.

2. Поставить заднюю крышку-фильтр на место.
3. Поставить тумблеры на передней панели в положения: х 0,001; «ДЕЖ» и «ВКЛ».

При превышении внешним фоном излучений величины, соответствующей установленному порогу, прибор выдаст непрерывный звуковой сигнал.

4. Ядерное, термоядерное и нейтронное оружие.

Характеристики поражающих факторов.

Очаг и зоны заражения РВ, безопасные уровни заражения радионуклидами

Ядерное оружие – мощное оружие массового поражения, основанное на использовании внутриядерной энергии атомов урана или плутония. Минимальное количество материала, необходимое для цепной ядерной реакции деления, называют *критической массой*. Критическая масса урана-235 составляет около 10 кг, плутония-94 – 0,7 кг. В результате применения ядерного оружия возникает поражение людей и мест их проживания – очаг ядерного поражения. К поражающим факторам ядерного взрыва относятся: световое излучение, электромагнитный импульс, ударная волна, ионизирующая радиация взрыва, радиоактивное заражение местности.

Термоядерное оружие – самое мощное оружие массового поражения, оно использует энергию ядерного взрыва для термоядерного синтеза. При этом вначале взрывается ядерная бомба, которая находится в окружении водорода, из которого при высоких температурах идет синтез гелия (отсюда термин «водородная бомба»). Поражающие факторы те же, что и при ядерном взрыве.

Нейтронная бомба – разновидность ядерной бомбы, у которой до 80% энергии идет на нейтронную радиацию в момент взрыва. Это ее основной поражающий фактор, отсюда и название.

Поражающие факторы ядерного оружия

Световое излучение – это видимый свет, а также ультрафиолетовые и инфракрасные лучи в виде огненного шара с температурой до 10 000 градусов Цельсия. На световое излучение расходуется до 35% энергии ядерного взрыва при продолжительности действия около 12 секунд. Световое излучение вызывает пожары и ожоги у незащищенных

людей, особенно вблизи эпицентра взрыва и временное (до 30 минут) ослепление незащищенных глаз на расстоянии в 10 км от эпицентра взрыва мегатонного боезапаса.

Электромагнитный импульс – это электромагнитные поля, возникающие в результате ионизирующего излучения на окружающую среду. Электромагнитный импульс повреждает аппаратуру связи, радиоэлектронные устройства. У людей могут быть вторичные травмы от поврежденной аппаратуры. На электромагнитный импульс расходуется до 1% энергии ядерного взрыва.

Ударная волна – это область сжатого воздуха, возникающая в момент взрыва и стремительно распространяющаяся от эпицентра взрыва. Основная ее характеристика – избыточное давление по фронту волны. На это уходит до 50% энергии ядерного взрыва. При ее действии происходит разрушение зданий, сооружений, магистралей транспорта. В начале ее пути из-за высокой скорости движения воздуха температура его может достигать 350 градусов Цельсия. Это становится причиной возникновения пожаров. У людей от ударной волны происходит контузия всего организма. Кровотечение из носа и ушей, переломы и вывихи конечностей, разрушаются полые органы, например легкие, желудок. Люди могут получать ожоги и вторичные повреждения, например от обломков разрушающихся зданий. Действие ударной волны продолжается до 15 секунд и действует на расстоянии в 20 км.

Ионизирующая (проникающая) радиация взрыва – это поток нейтронов и гамма-лучей, обладающих большой проникающей способностью и расходующих до 4% энергии ядерного взрыва. Действие этого фактора составляет около 15 секунд, расстояние действия – до 1 500 м. На своем пути гамма-лучи и нейтроны вызывают лучевое поражение людей и ионизацию окружающих материалов (воздуха, воды, почвы, материалов сооружений и т.д.), так называемую *наведенную радиацию*.

Радиоактивное заражение местности возникает в результате выпадения радиоактивных веществ (РВ) из облака ядерного взрыва. Основные источники радиоактивности при ядерных взрывах: продукты деления веществ, составляющих ядерное горючее (около 200 радиоактивных изотопов 36 химических элементов); наведенная радиоактивность, возникающая в результате воздействия потока нейтронов ядерного взрыва на химические элементы, входящие в состав грунта (натрий, кремний и др.); непрореагировавшая часть ядерного горючего, которая попадает в виде мельчайших частиц в продукты взрыва.

Как известно, излучение радиоактивных веществ бывает трех видов: альфа, бета и гамма. Наибольшей проникающей способностью обладают гамма-лучи (в воздухе они проходят путь в несколько сот метров), меньшей – бета-частицы (несколько метров) и незначительной – альфа-частицы (несколько сантиметров). Поэтому основную опасность для людей при радиоактивном заражении местности представляют гамма- и бета-излучения. Радиоактивное заражение имеет ряд особенностей, отличающих его от других поражающих факторов ядерного взрыва. К ним относятся: большая площадь поражения – до десятков тысяч квадратных километров; длительность сохранения поражающего действия – дни, недели, а иногда и месяцы; трудности обнаружения радиоактивных веществ, не имеющих цвета, запаха и других органолептических признаков.

При наземном (подземном) ядерном взрыве огненный шар касается поверхности земли. Окружающая среда сильно нагревается, значительная часть грунта и скальных пород испаряется и захватывается огненным шаром. Радиоактивные вещества оседают на расплавленных частицах грунта. В результате образуется мощное облако, состоящее из огромного количества радиоактивных и неактивных оплавленных частиц, размеры которых колеблются от нескольких микрон до нескольких миллиметров. В течение 7 – 10 минут радиоактивное облако поднимается и достигает своей максимальной высоты (у мегатонного боеприпаса – до 25 км), стабилизируется, приобретая характерную грибовидную форму, и под действием воздушных потоков перемещается с определенной скоростью и в определенном направлении. Большая часть радиоактивных осадков, которая вызывает сильное заражение местности, выпадает из облака в течение 10 – 20 часов после ядерного взрыва.

При воздушном и высотном взрывах огненный шар не касается поверхности земли. При воздушном взрыве почти вся масса радиоактивных продуктов уходит в стратосферу, и только небольшая часть остается в тропосфере. Из тропосферы РВ выпадают в течение периода до 2 месяцев, а из стратосферы – до 7 лет. За это время радиоактивно зараженные частицы уносятся воздушными потоками на большие расстояния от места взрыва и распределяются на огромных площадях. Поэтому они не могут создать опасного радиоактивного заражения местности. Опасность может лишь представлять радиоактивность, введенная в грунт и предметах, расположенных вблизи эпицентра воздушного ядерного взрыва. Размеры этих зон, как правило, не будут пре-

вышать радиусов зон полных разрушений (до 4 км). Форма следа радиоактивного облака зависит от направления и скорости ветра. На равнинной местности при неменяющемся направлении и скорости ветра радиоактивный след имеет форму вытянутого эллипса (см. рис. 8). Наиболее высокая степень заражения наблюдается на участках следа, расположенных недалеко от центра взрыва и на оси следа. Здесь выпадают более крупные оплавленные частицы радиоактивной пыли. Наименьшая степень заражения наблюдается на границах зон заражения и на участках, наиболее удаленных от центра наземного ядерного взрыва. Зараженность территории всегда увеличивается при дожде, снеге, тумане за счет конденсации.

При наземном взрыве слои почвы перемешиваются с РВ и поднимаются вверх, а уже из пылевого облака крупные частицы оседают вблизи эпицентра взрыва, поэтому зараженность территории здесь намного выше. Таким образом, зараженность местности РВ при взрыве будет тем больше, чем крупнее частицы, чем меньше высота подъема облака, чем меньше скорость ветра и больше влажность.

При подземном взрыве выбрасывается большое количество грунта на небольшой территории. При подводном взрыве все РВ остаются в воде, поэтому заражение воды высокое, а также высока наведенная радиоактивность за счет нейтронного потока, действующего на воду.

Поражение людей на зараженной территории может происходить тремя основными путями: за счет проникающей радиации в момент взрыва, путем внутреннего облучения при инкорпорации РВ внутрь организма и путем контакта РВ с кожей, одеждой и возникновения поверхностной радиоактивной зараженности. Наиболее точные данные о поражении людей и заражении местности могут быть получены путем радиационной разведки с помощью дозиметрических приборов.

Поскольку процесс радиоактивного заражения местности длится несколько часов, штабы ГОЧС проводят предварительную ее оценку, прогнозируют. На основании имеющихся данных о мощности взрыва, его характере (наземный, воздушный), скорости ветра и других метеорологических условий, характера местности, времени, прошедшего после взрыва, штабам можно заранее, еще до подхода радиоактивного облака к населенному пункту, принять меры по защите населения, продовольствия, водоемисточников. Однако такое прогнозирование относительно, и всегда необходима разведка радиационной обстанов-

ки, которая ведется непрерывно постами наблюдения либо специальными разведгруппами (подробнее см. раздел о разведке).

Очаг ядерного поражения

Очагом ядерного поражения называется территория, в пределах которой в результате воздействия ядерного оружия произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений, разрушения и повреждения зданий и сооружений. Он характеризуется: количеством пораженных; размерами площадей поражения; зонами заражения с различными уровнями радиации; зонами пожаров, затопления, разрушения и повреждения зданий и сооружений; частичным разрушением, повреждением или завалом защитных сооружений.

Поражение людей и животных в очаге может быть от воздействия ударной волны, светового излучения, проникающей радиации и радиоактивного заражения, а также от воздействия вторичных факторов поражения. Степень разрушения элементов производственного комплекса объекта определяется в основном действием ударной волны, светового излучения, вторичных факторов поражения, а для некоторых объектов – также действием проникающей радиации и электромагнитного импульса. Одновременное непосредственное и косвенное действие всех поражающих факторов ядерного взрыва на людей, оказавшихся в очаге, утяжеляет степень поражения. Такое одновременное действие может увеличить степень разрушений зданий, сооружений, вывод из строя оборудования, и т.д. Однако соотношение отдельных видов поражений и разрушений непостоянно; в зависимости от конкретных условий, мощности и вида взрыва оно может меняться в широких пределах. Так, с увеличением мощности взрыва увеличивается площадь разрушений зданий и при прочих равных условиях поражается большее количество людей. В зависимости от метеорологических условий изменяется степень поражения световым излучением. При ядерных взрывах малой мощности, как уже отмечалось, воздействие проникающей радиации на людей значительно, чем воздействие ударной волны и светового излучения.

Размеры очага ядерного поражения в основном зависят от мощности, вида взрыва и рельефа местности. В качестве критерия для определения границ зон очага ядерного поражения принято избыточное давление во фронте ударной волны. Внешней границей очага ядерного поражения является условная линия на местности, где избыточное дав-

ление воздушной ударной волны 10 кПа (0,1 атм). Такое избыточное давление считается безопасным для незащищенных людей. Для определения возможного характера разрушений и установления объема спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, обусловленных воздействием воздушной ударной волны, очаг ядерного поражения условно делят на четыре зоны.

1. *Зона полных разрушений* возникает там, где избыточное давление во фронте ударной волны достигает 50 кПа (0,5 атм) и более. На ее долю приходится до 12 % всей площади очага поражения. В этой зоне полностью разрушаются жилые дома, промышленные здания и противорадиационные укрытия. Вокруг центра взрыва разрушаются убежища, получают различные разрушения или повреждения подземные сети коммунально-энергетического хозяйства. Большинство убежищ (до 75%) в зоне полных разрушений сохраняются. В результате разрушений зданий и сооружений на территории населенных пунктов и объектов образуются сплошные завалы в зависимости от ширины улиц, этажности зданий и плотности застройки. Пожары в зоне полных разрушений не возникают, так как воспламенившиеся от светового излучения постройки и предметы будут разбросаны и засыпаны обломками, а пламя сбито ударной волной. Поэтому будет наблюдаться горение и тление в завалах. Для зоны полных разрушений характерны массовые потери среди незащищенного населения. Характер поражений и разрушений определяет основное содержание спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в зоне полных разрушений.

2. *Зона сильных разрушений* образуется при избыточном давлении во фронте ударной волны от 30 до 50 кПа (0,3 атм) и составляет до 10% всей площади очага. Наземные здания и сооружения в основном будут иметь сильные разрушения; убежища и подземные сети коммунально-энергетического хозяйства, а также большинство противорадиационных укрытий сохраняются. Подвалы в зданиях не повреждаются, если выдержат их перекрытия. В результате разрушений зданий и сооружений образуются местные завалы, переходящие ближе к границе зоны полных разрушений в сплошные. Возможно возникновение сплошных пожаров. Для зоны характерны массовые, в значительной части безвозвратные, потери среди незащищенной части населения. Люди, оставшиеся в разрушенных зданиях, могут быть завалены либо получают травмы и ожоги, вне зданий – легкие и средней тяжести травмы и ожоги. Кроме того, возможны поражения обломками построек, ос-

колками стекла и другими летящими предметами, а также «вторичные ожоги» от пламени горящих зданий, горюче-смазочных материалов и т.п. При попадании в зону радиоактивного заражения, образующуюся при наземных и подземных взрывах, население подвергнется воздействию радиоактивных веществ. Основное содержание спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в этой зоне заключается: в расчистке завалов, тушении пожаров, спасении людей из заваленных убежищ и противорадиационных укрытий, а также из разрушенных и горящих зданий.

3. *Зона средних разрушений* характеризуется избыточным давлением во фронте ударной волны от 20 до 30 кПа (0,2 атм) и занимает до 15 % площади очага ядерного поражения. Деревянные здания будут сильно или полностью разрушены, каменные – получают средние и слабые разрушения. Убежища, противорадиационные укрытия и подвальные помещения полностью сохраняются. На улицах образуются отдельные завалы. От воздействия светового излучения произойдут массовые загорания горючих материалов, предметов и построек, приводящие к образованию сплошных пожаров. Для зоны характерны массовые санитарные потери среди незащищенного населения. Люди могут получить легкие травмы, ожоги, а при наземных взрывах возможны поражения радиоактивными осадками. Спасательные и неотложные аварийно-восстановительные работы в зоне средних разрушений заключаются в тушении пожаров, спасении людей из-под завалов, из разрушенных и горящих зданий.

4. *Зона слабых разрушений* создается при избыточном давлении во фронте ударной волны от 10 до 20 кПа (0,1 атм). На ее долю приходится более 60% площади очага. В пределах этой зоны здания получают слабые разрушения (трещины, разрушение перегородок, дверных и оконных заполнений). В некоторых местах могут быть завалы, а от светового излучения – пожары. Незащищенные люди могут получить ожоги, легкие травмы от летящих осколков стекла и других небольших предметов, а также поражения радиоактивными веществами при наземных взрывах. В этой зоне проводятся работы по тушению пожаров и спасению людей из горящих и частично разрушенных зданий. За пределами зон разрушений очага ядерного поражения здания и сооружения могут получать незначительные повреждения: разрушение остекления, повреждение оконных рам, дверей, кровли. Возможно также возникновение отдельных очагов пожаров. В этих условиях люди могут

получать легкие ранения и ожоги. Но эти поражения будут в ограниченном числе случаев, и население способно самостоятельно оказать помощь пострадавшим и устранить повреждения.

Для определения характера разрушений и объема спасательных и восстановительных работ очаг ядерного поражения условно делят на четыре круговые зоны: зона полных разрушений, зона сильных разрушений, зона средних разрушений и зона слабых разрушений. При этом принято потери среди населения делить на безвозвратные (погибшие сразу или умершие в первые часы после взрыва) и санитарные (нуждающиеся в медицинской помощи), см. таблицу 2.

Таблица 2

Структура людских потерь в очаге ядерного поражения, %

<i>Зона разрушений</i>	<i>Всего пострадавших</i>	<i>Безвозвратные потери</i>	<i>Санитарные потери</i>
Полных	90	80	10
Сильных	50	35	15
Средних	40	10	30
Слабых	15	--	15

Санитарные потери складываются из механических повреждений и ожогов; механических и лучевых поражений; ожогов и лучевых поражений, т.е. чаще всего это комбинированные поражения.

По многочисленным данным, собранным в Хиросиме и Нагасаки, отмечены следующие поражения людей после действия на них однократных доз облучения:

11 – 50 Гр – 100%-ная смертность населения в течение недели от острой лучевой болезни;

5,5 – 7,5 Гр – болезнь продолжается до полугода, выживают единицы;

4,0 – 5,5 Гр – смертность около 50%, лучевой болезнью болеют все;

2,7 – 3,3 Гр – смертность почти 20%, лучевой болезнью болеют все;

1,8 – 2,2 Гр – заболевают 50%;

0,8 – 1,2 Гр – заболеваемость около 10%;

0,5 – Гр – признаков заболевания нет.

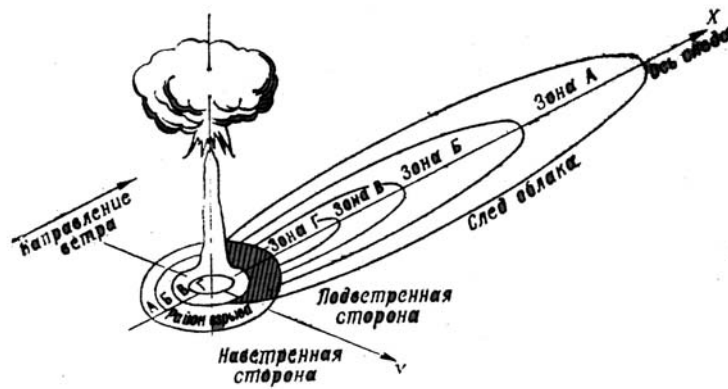


Рис. 8. Схема радиоактивного заражения местности в центре взрыва и по следу движения облака

Зоны радиоактивного заражения образуются в районе ядерного взрыва и на следе радиоактивного облака (рис. 8). Зараженность местности РВ может также возникнуть в результате применения противником радиологического оружия, например снарядов, начиненных обедненным ураном. Степень радиоактивного заражения местности характеризуется уровнем радиации на определенное время после взрыва и экспозиционной дозой радиации (гамма-излучения), полученной за время от начала заражения до времени полного распада радиоактивных веществ.

Уровнем радиации называют мощность экспозиционной дозы (Р/ч) на высоте 0,7 – 1 м над зараженной поверхностью. Заражение техники, предметов, одежды, продовольствия, воды, а также кожных покровов людей и животных измеряют в миллирентгенах в час. $1 \text{ мР/ч} = 10^{-3} \text{ Р/ч}$. Местность считается зараженной радиоактивными веществами при уровне радиации 0,5 Р/ч и выше.

Уровень радиации зависит от плотности потока гамма-квантов и их энергии. Энергия гамма-квантов со временем изменяется незначительно, а плотность их уменьшается прямо пропорционально уменьшению активности радиоактивных продуктов. Естественные процессы непрерывного распада радиоактивных продуктов приводят к спаду уровня радиации с течением времени, особенно резко в первые часы после взрыва. Так, если через 1 час после взрыва принять уровень радиации равным 100 Р/час, то через 7 часов он составит 10 Р/ч, через 49 ч – 1 Р/ч, и т.д. Пользуясь закономерностью спада уровня радиации во вре-

мени после взрыва, можно с достаточной точностью оценить радиационную обстановку.

В зависимости от степени радиоактивного заражения и возможных последствий внешнего облучения в районе ядерного взрыва и на следе радиоактивного облака выделяют зоны умеренного, сильного, опасного и чрезвычайно опасного заражения. Границы зон на радиоактивно зараженной местности (см. рис. 8) определяют по значениям экспозиционных доз гамма-излучения, получаемых за время от 1 часа после взрыва до полного распада радиоактивных веществ. Для удобства решения задач по оценке радиационной обстановки границы зон на радиоактивно зараженной местности также принято характеризовать уровнями радиации на 1 и 10 часов после взрыва.

Зона умеренного заражения (зона А). Экспозиционная доза излучения за время полного распада РВ колеблется от 40 до 4 000 Р. Уровень радиации на внешней границе зоны через 1 час после взрыва – 8 Р/час, через 10 часов – 0,5 Р/час. В зоне А работы на объектах не прекращаются, а работы на открытой местности, расположенной ближе к ее внутренней границе, должны быть прекращены на несколько часов.

Зона сильного заражения (зона Б). Экспозиционная доза излучения за время полного распада РВ колеблется от 400 до 1 200 Р. Уровень радиации на внешней границе через 1 час после взрыва составляет 80 Р/час, через 10 часов – 5 Р/час. В зоне Б работы на объектах прекращаются до 1 суток, рабочие и служащие укрываются в защитных сооружениях, подвалах или других укрытиях.

Зона опасного заражения (зона В). На внешней границе зоны экспозиционная доза гамма-излучения до полного распада РВ составляет 1200 Р, на внутренней границе – 4 000 Р; уровень радиации на внешней границе через 1 час – 240 Р/час, через 10 часов – 15 Р/час. В этой зоне работы на объектах прекращаются до 3 – 4 суток, рабочие и служащие укрываются в защитных сооружениях ГО.

Зона чрезвычайно опасного заражения (зона Г). На внешней границе зоны экспозиционная доза гамма-излучения до полного распада РВ составляет 4000 Р; уровень радиации через 1 час – 800 Р/час, через 10 часов – 50 Р/час. В зоне Г работы на объектах прекращаются на четверо и более суток, рабочие и служащие укрываются в убежищах. По истечении указанного срока уровень радиации на территории объекта спадает до значений, обеспечивающих безопасную деятельность рабочих и служащих в производственных помещениях.

Действие продуктов ядерного взрыва на людей, животных и растения. На следе радиоактивного облака поражающим действием обладают: а) гамма-излучения, вызывающие общее внешнее облучение; б) бета-частицы, вызывающие при внешнем воздействии радиационное поражение кожи, а при попадании бета-частиц внутрь организма – поражение внутренних органов; в) альфа-частицы, представляющие серьезную опасность только при попадании внутрь организма.

Как и проникающая радиация в районе ядерного взрыва, общее внешнее гамма-облучение на радиоактивно зараженной местности вызывает у людей и животных лучевую болезнь. Дозы излучения, вызывающие заболевания, такие же, как и от проникающей радиации. При внешнем воздействии бета-частиц у людей наиболее часто отмечаются поражения кожи на руках, в области шеи, на голове; у животных – на спине, а также на морде при соприкосновении ее с радиоактивно зараженной травой. Различают кожные поражения тяжелой (появление незаживающих язв), средней (образование пузырей) и легкой (посинение и зуд кожи) степени.

Внутреннее поражение людей и животных РВ может произойти при попадании их внутрь организма, главным образом с пищей и кормом. С воздухом и водой РВ в организм, по-видимому, будут попадать в таких количествах, которые не вызовут острого лучевого поражения с потерей трудоспособности людей или продуктивности животных. Всасываемые радиоактивные продукты ядерного взрыва распределяются в организме крайне неравномерно. Особенно много концентрируется их в щитовидной железе (до 10 000 раз больше, чем в других тканях), печени (до 100 раз больше, чем в других органах) и сердце (до 1 000 раз больше). В связи с этим указанные органы подвергаются облучению в очень больших дозах, приводящему либо к разрушению ткани, либо к развитию опухолей, либо к серьезному нарушению функций.

Радиоактивная пыль заражает почву и растения. В зависимости от размеров частиц на поверхности растений может задерживаться от 8 до 25% выпавшей на землю радиоактивной пыли, при этом происходит диффузия радиоактивных веществ внутрь растений или всасывание их через корневую систему. Лучевое поражение у растений проявляется в замедлении развития, снижении урожая, понижении репродуктивного качества семян, клубней, корнеплодов. При больших дозах излучения возможна гибель растений, проявляющаяся в усыхании.

Основным способом защиты населения следует считать изоляцию людей от внешнего воздействия радиоактивных излучений, а также исключение условий, при которых возможно попадание радиоактивных веществ внутрь организма человека вместе с воздухом и пищей. Наиболее целесообразный способ защиты от радиоактивных веществ и их излучений – убежища и противорадиационные укрытия, которые надежно защищают от радиоактивной пыли и обеспечивают ослабление гамма-излучения радиоактивного заражения в сотни и тысячи раз. Стены и перекрытия промышленных и жилых зданий, особенно подвальных и цокольных помещений, также ослабляют действие гамма-лучей. Толщина слоя половинного ослабления по гамма-излучению радиоактивного заражения зависит от плотности материала. Например, слой воды, ослабляющий гамма-лучи радиоактивного заражения в два раза, равен 13 см, а для свинцовой пластины – 2 см.

Для защиты людей от попадания радиоактивных веществ в органы дыхания и на кожу при работе в условиях радиоактивного заражения применяют средства индивидуальной защиты. При выходе из зоны радиоактивного заражения необходимо пройти санитарную обработку, т.е. удалить РВ, попавшие на кожу, и провести дезактивацию одежды.

Таким образом, радиоактивное заражение местности, хотя и представляет чрезвычайно большую опасность для людей, но если своевременно принять меры по защите, то можно сохранить жизнь людей и их постоянную работоспособность. В этих целях необходимо непрерывно контролировать облучение всех работающих, это организует служба противорадиационной и противохимической защиты объекта. При этом обязательно учитываются условия труда рабочих и служащих, а также защитные свойства производственных зданий.

При высоких уровнях радиации отдых рабочих и служащих организуют в защитных сооружениях, простейших укрытиях, а также в приспособленных галереях, тоннелях, каменных зданиях. В условиях сильного заражения спад радиоактивного излучения до безопасного для людей уровня радиации может продолжаться длительное время. Чтобы обеспечить условия для производственной работы, потребуется произвести дезактивацию территории предприятия или ее важнейших участков, сооружений, станков, агрегатов и другого оборудования. Дезактивация проводится удалением радиоактивных веществ с зараженных поверхностей путем смывания или сметания.

Для расчета возможных экспозиционных доз излучения, полученных спасателями при действиях на местности, зараженной радионуклидами, необходимо знать коэффициенты ослабления облучения для различных сооружений и транспорта (табл. 3).

Таблица 3

Ослабление облучения населения в зависимости от типа укрытий

<i>Наименование укрытий и транспортных средств</i>	<i>Коэффициент ослабления</i>
Открытое расположение на местности	1
Автомобили, автобусы, трамваи	2
Железнодорожные вагоны и локомотивы	3
Производственные одноэтажные цеха	7
Административные трехэтажные здания	6
Жилые каменные дома: одноэтажные	10
подвал	40
двухэтажные	15
подвал	100
трехэтажные	20
подвал	400
пятиэтажные	27
подвал	400
Жилые деревянные дома: одноэтажные	2
подвал	7
двухэтажные	8
подвал	12

5. Аварии на радиационно опасных объектах

Радиационно опасными (РОО) называют объекты народного хозяйства, использующие в своей деятельности источники ионизирующего излучения. Это около 450 атомных энергоблоков почти в 30 странах мира, из них 46 в РФ и странах ближнего зарубежья. За всю историю атомной энергетики известно более 300 аварийных ситуаций. Наиболее серьезные по загрязненной площади и последствиям для людей – на ПО «Маяк» (Южный Урал, 1957) и на Чернобыльской АЭС (Украина, 1986).

Радиационную аварию можно определить как неожиданную ситуацию на радиационно опасном объекте, следствием которой является облучение людей и нарушения норм радиационной безопасности населения. Обычно это тепловой взрыв мощностью не более 1% атомной энергии.

Кроме аварий, источниками загрязнений могут быть предприятия всего ядерного цикла: добыча урана, его обогащение, переработка, транспортировка, хранение и захоронение отходов. Опасными являются различные отрасли науки и промышленности, использующие изотопы: изотопная диагностика, рентгеновское обследование больных, рентгеновская оценка качества технических изделий. Радиоактивными могут быть различные строительные материалы.

Существует практика международных норм радиационной безопасности. Наиболее авторитетной организацией является Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). Между тем, при защите населения РФ от радиации руководствуются федеральными законами. Это законы «Об охране окружающей среды» от 19.12.91 г., «Об использовании атомной энергии» от 21.11.95 г., «О радиационной безопасности населения» от 09.01.96 г., «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.99 г.

По масштабам радиационные аварии бывают *локальными* (в пределах одного здания), *местными* (в пределах территории предприятия) и *общими*.

Основные поражающие факторы радиационных аварий следующие:

- воздействие внешнего облучения;
- внутреннее облучение от попавших внутрь организма человека радионуклидов;
- комбинированное воздействие радиационных и нерадиационных факторов (механическая травма, термическая травма, химический ожог, интоксикация и т.п.).

Сразу после аварии основной опасностью является внешнее облучение. При правильном поведении поступление радионуклидов внутрь организма исключено. Основное внимание должно быть обращено на изотопы йода, которые дают до 85% поглощенной дозы, накапливаясь в щитовидной железе. Наибольшая концентрация изотопов йода обнаруживается в молоке, что особенно опасно для детей.

Через 2 – 3 месяца после аварии основным агентом внутреннего облучения становятся радиоактивный цезий и стронций, находящиеся в продуктах питания. Другие радионуклиды имеют значительно меньшее значение, особенно при коротком периоде полураспада.

В целом характер распределения радионуклидов в организме человека следующий:

- накопление в скелете (кальций, стронций, радий, плутоний);
- концентрация в печени (церий, лантан, плутоний);
- йод (щитовидная железа);
- мышцы, особенно сердце (цезий);
- равномерно распределены по органам (тритий, углерод, инертные газы).

В качестве предельно допустимой дозы (ПДД) разового облучения персонала международная комиссия по радиационной защите рекомендовала дозу до 0,25 Зв, а при профессиональном хроническом облучении – до 0,05 Зв в год. Для населения дозы рекомендованы в 10 раз меньшие. Известно, что доза в 1 Зв на поколение удваивает частоту мутаций. Мутагенный эффект принято отсчитывать с дозы в 0,07 мЗв (0,55 мЗв) в год. При общем внешнем облучении человека дозой 0,5 Зв развивается хроническая лучевая болезнь, а с дозы 1 Зв – острая. Тяжесть болезни зависит от дозы и при облучении в дозе свыше 6 Зв человек без лечения обречен, как и при лечении после дозы свыше 10 Зв. Смерть здесь – лишь вопрос времени. Возможна смерть при облучении (смерть «под лучом») при дозе порядка 200 Зв. Локальное облучение человек переносит значительно лучше, поэтому в онкологической практике нередко применяются метод облучения злокачественного новообразования в теле человека с дозой порядка 20 – 40 Зв, которую новообразование получает в течение одного-полутора месяцев. Интересно отметить, что для стерилизации мяса на длительное хранение используют дозы до 60 000 Зв, для стерилизации хирургических инструментов – до 45 000 Зв. Это обеспечивает 100%-ную гибель бактерий и их спор.

Мероприятия по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии могут быть сведены к следующим:

- необходимо максимально быстро, но с учетом возможных последствий для персонала, восстановить контроль над источником радиоактивного загрязнения;

- польза от защитных мероприятий должна превышать вред, наносимый ими;

- срочные меры защиты следует применять, если ожидаемая доза за 2 суток составит 1 Зв;

- при хроническом облучении защитные мероприятия становятся обязательными, если годовые поглощенные дозы могут превысить 0,1 Зв.

При аварии, повлекшей за собой загрязнение обширной территории, устанавливаются следующие зоны:

- *чрезвычайно опасного заражения*, или санитарно-защитная (радиус – 3 км, мощность излучения – до 0,14 Зв/час);

- *опасного заражения*, или опасного загрязнения (радиус – 30 км, мощность излучения – до 0,042 Зв/час);

- *сильного заражения*, или зона наблюдения (радиус – 50 км, мощность излучения – до 0,014 Зв/час или до 14 мЗв/час);

- *умеренного заражения*, или зона проведения защитных мероприятий (радиус – 100 км, мощность излучения – до 1,4 мЗв/час).

Для защиты персонала и населения на радиационно опасном объекте должны быть:

- автоматизированная система контроля радиационной обстановки;

- система оперативного оповещения персонала и населения в пределах 30 км зоны, наличие здесь же встроенных защитных сооружений;

- наличие перечня населенных пунктов (населения), подлежащих эвакуации при аварии;

- создание запаса медикаментов, средств индивидуальной защиты для обеспечения безопасной жизнедеятельности населения;

- обучение населения действиям до и после аварии, проведение учений на РОО и прилегающих территориях;

- наличие средств и обученного персонала для проведения радиационной разведки.

Действия населения в зоне радиационного заражения (загрязнения) всецело зависят от рекомендаций ГОЧС. Однако возможны различные нарушения в системе оповещения, особенно в условиях чрезвычайных ситуаций, поэтому первое время можно руководствоваться следующим. В зоне умеренного заражения следует находиться в укрытии несколько часов, после чего можно перейти в помещение. Из дома первые сутки можно выходить не более чем на 4 часа. В зоне сильного заражения люди должны находиться в укрытиях до 3-х суток, при острой необходимости можно выходить из них, но не более чем на 3 часа в сутки. В зоне опасного заражения после 3-х суток нахождения в убежищах люди должны перейти в дома и находиться там не менее 4-х суток, после чего можно будет выходить на улицу на срок не более 4 часов в сутки. В зоне чрезвычайно опасного заражения находиться можно только в тех укрытиях, которые обеспечивают коэффициент ослабления не менее 1 000. Передвигаться по зоне можно не ранее чем через 3 суток, лучше на технике и под прикрытием радиопротекторов из индивидуальной аптечки (АИ-2).

6. Радиационная разведка местности

Сбор данных. Данные разведки обеспечивают начальнику штаба ГОЧС объекта принятие наиболее целесообразного решения на ведение спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очаге поражения, позволяют обеспечить выбор путей движения эвакуируемых при преодолении ими зон радиоактивного заражения и определить возможность пребывания невоенизированных формирований (свободных от работы смен) в районах отдыха, определить время пребывания людей в укрытиях. Измеренные уровни радиации на местности являются исходными данными для оценки радиационной обстановки. Замеры можно делать либо стационарно, либо при движении разведгрупп.

Посты радиационного наблюдения из 2-3 человек выставляют на объектах народного хозяйства в загородной зоне и в районах отдыха свободных от работы смен, в районах размещения невоенизированных формирований гражданской обороны. Посты оснащаются рентгенометрами, средствами оповещения и связи, индивидуальными дозиметрами, средствами защиты, указательными знаками. Основной задачей постов наблюдения является своевременное обнаружение радиоактивного заражения и оповещение об опасности рабочих, служащих и личного состава.

ва невоенизированных формирований гражданской обороны объекта. С этой целью наблюдение ведут непрерывно и периодически в установленные сроки включают дозиметрические приборы. При обнаружении радиоактивного заражения старший поста немедленно докладывает в штаб ГОЧС и подает сигнал «Внимание всем». Учитывая, что выпадение радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва может длиться несколько часов, наблюдатели обязаны определять момент, когда прекращается выпадение радиоактивных осадков. С этой целью они периодически выходят из укрытия и производят замеры уровней радиации. Стабилизация показаний прибора при двух очередных замерах или некоторое уменьшение уровня радиации при последнем замере свидетельствует о прекращении выпадения РВ.

На территории объекта народного хозяйства радиационная разведка определяет уровни радиации на дорогах, ведущих к объекту, в местах проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, а также осуществляет контроль за изменением радиационной обстановки в ходе ведения спасательных работ. Исходный пункт для разведки намечается вблизи территории объекта. На нем командир группы ставит подчиненным задачи на разведку объекта. При этом разведчики определяют уровни радиации в районах цехов, убежищ и укрытий и в других местах, где предстоит проведение спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ. Результаты разведки докладываются начальнику штаба ГОЧС. Полученные штабом сведения от разведывательных групп или от вышестоящего штаба ГОЧС об уровнях радиации и времени их измерения заносят в журнал радиационной разведки.

Задачи мобильной радиационной разведки более сложные, особенно при действиях в очагах ядерного поражения. Разведгруппы устанавливают границы зон радиоактивного заражения, определяют уровни радиации в местах проведения спасательных работ, на маршрутах движения, выявляют в зонах радиоактивного заражения маршруты и участки с наименьшими уровнями радиации, осуществляют радиационный мониторинг. При необходимости они могут осуществлять контроль облучения рабочих, служащих и личного состава формирований ГОЧС, а также степени зараженности людей, техники, транспорта и других объектов. Разведывательные группы оснащают наравне с постами наблюдения, кроме того, обеспечивают транспортом и схемой маршрута движения.

В зависимости от характера радиоактивного заражения и степени разрушения объекта разведывательные группы могут действовать пешим порядком. Пешие разведывательные группы ведут разведку, как правило, до границ с уровнями радиации не более 30 Р/ч (0,3 Гр/ч). Разведка местности с уровнями радиации от 30 Р/ч до 100 Р/ч проводится на автомашинах. При разведке маршрута движения разведывательные группы действуют на автомашинах. Разведчики по указанию командира группы периодически включают приборы радиационной разведки. Обнаружив радиоактивное заражение, разведывательная группа продолжает движение до рубежа уровня радиации 0,5 Р/ч (0,005 Гр/ч).

При достижении границы заражения с уровнем радиации 0,5 Р/ч устанавливают знак ограждения с указанием вида заражения, уровня радиации и времени измерения. Командир группы отмечает на схеме (карте) маршрута место, уровень радиации и время обнаружения и сообщает об этом в штаб ГОЧС. После обозначения начала зараженного участка разведывательная группа продолжает движение по заданному маршруту, измеряя уровни радиации в движении и на кратковременных остановках. При обнаружении на маршруте высоких уровней радиации командир разведгруппы докладывает об этом начальнику штаба ГОЧС и при необходимости разведывает пути обхода зоны с опасными уровнями радиации, обозначая их установленными знаками и указателями. Вследствие того, что при движении измерение уровней радиации производится с машины, необходимо учитывать коэффициент ослабления радиоактивных излучений корпусом автомашины. Например, при измерении внутри машины уровень радиации составил 4 Р/ч, а вне ее – 8 Р/ч. Разделив второе значение на первое, получают коэффициент ослабления, равный 2.

Обработка данных. Защита населения от радиоактивных веществ и их излучений организуется на основе данных о характере, районах и масштабах радиоактивного заражения местности. Однако радиационная разведка может проводиться лишь после завершения выпадения радиоактивных веществ. Поскольку процесс длится несколько часов, штабы гражданской обороны производят оценку радиационной обстановки путем прогнозирования, т.е. до подхода радиоактивного облака к населенному пункту. Точность прогнозирования радиоактивного заражения, как и всякого прогнозирования вообще, весьма относительна. Трудно учесть ошибки, которые имеют место при определении коорди-

нат, мощности взрыва, направления и скорости ветра. Прогноз дает только приближенные данные о размерах и степени радиоактивного заражения и наиболее вероятном местоположении зон радиоактивного заражения на местности. Поэтому по результатам прогнозирования нельзя заранее, т.е. до выпадения радиоактивных веществ на местности, определить с необходимой точностью уровни радиации на том или ином объекте, в том или ином населенном пункте, которым угрожает заражение. При оценке влияния радиоактивного заражения на жизнедеятельность населения и действия невоенизированных формирований гражданской обороны обязательно учитывают степень защищенности людей от радиоактивных излучений, которая характеризуется защитными свойствами укрытий, зданий, сооружений, транспортных средств.

Опасность поражения людей радиоактивными веществами требует быстрого выявления и оценки радиационной обстановки, учитывая ее влияние на организацию спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, а также на производственную деятельность объекта народного хозяйства в условиях заражения. Радиационная обстановка складывается на территории административного района, населенного пункта или объекта в результате радиоактивного заражения местности и всех расположенных на ней предметов и требует принятия определенных мер защиты, исключающих или способствующих уменьшению радиационных потерь среди населения.

К мероприятиям по защите населения, рабочих, служащих и личного состава невоенизированных формирований относят:

- оповещение об угрозе радиоактивного заражения,
- подготовку предприятий к переводу на режим работы в чрезвычайных условиях,
- завершение подготовки противорадиационных укрытий к размещению в них людей,
- подготовку к использованию индивидуальных средств защиты органов дыхания (противогазов, респираторов, ватно-марлевых повязок),
- завершение работ по защите продовольствия, фуража, водных источников.

Кроме того, по результатам прогнозирования производится оценка последствий влияния радиоактивного заражения на жизнедеятельность населения с учетом его обеспеченности убежищами и противорадиационными укрытиями. Вследствие этого конкретные действия личного состава невоенизированных формирований ГОЧС, рабочих и служащих

объектов народного хозяйства и населения в условиях радиоактивного заражения устанавливаются на основе оценки радиационной обстановки по данным разведки, т.е. по фактически замеренным уровням радиации на местности. Поэтому штабы гражданской обороны объектов народного хозяйства оценку радиационной обстановки и разработку мероприятий по защите рабочих и служащих при их действиях на местности, зараженной радиоактивными веществами, производят, как правило, по данным радиационной разведки. Принятие решения на ведение спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, а также разработка режима работы объекта в условиях радиоактивного заражения осуществляются только на основе оценки радиационной обстановки по данным радиационной разведки. Поэтому радиационная разведка – одна из важнейших задач штаба гражданской обороны.

Под *оценкой радиационной обстановки* понимают решение основных задач по различным вариантам действий формирований, а также производственной деятельности объекта в условиях радиоактивного заражения, анализу полученных результатов и выбору наиболее целесообразных вариантов действий, при которых исключаются радиационные потери. Оценка радиационной обстановки производится по результатам прогнозирования последствий применения ядерного оружия и по данным радиационной разведки. Прогностические данные позволяют заблаговременно, т.е. до подхода радиоактивного облака к объекту, провести мероприятия по защите населения, рабочих, служащих и личного состава формирований, подготовке предприятия к переводу на режим работы в условиях радиоактивного заражения, подготовке противорадиационных укрытий и средств индивидуальной защиты. Для объекта народного хозяйства, размеры территории которого незначительны по сравнению с зонами радиоактивного заражения местности, возможны только два варианта прогноза: персонал объекта подвергается или не подвергается облучению. Поэтому для случая радиоактивного заражения территории объекта берут самый неблагоприятный вариант, когда ось следа радиоактивного облака ядерного взрыва проходит через середину территории предприятия. Степень опасности и возможное влияние последствий радиоактивного заражения оцениваются путем расчета экспозиционных доз излучения, с учетом которых определяются: возможные радиационные потери; допустимая продолжительность пребывания людей на зараженной местности; время начала и продолжительность проведения спасательных и неотложных аварийно-

восстановительных работ на зараженной местности; допустимое время начала преодоления зон (участков) радиоактивного заражения; режимы защиты рабочих, служащих и производственной деятельности объектов, и т.д.

При выполнении расчетов, связанных с выявлением и оценкой радиационной обстановки, используют аналитические, графические и табличные зависимости, а также дозиметрические и расчетные линейки. Зная уровень радиации и время, прошедшее после взрыва, можно рассчитать уровень радиации на любое заданное время проведения работ в зоне радиоактивного заражения, в частности для удобства нанесения обстановки на схему (план) можно привести измеренные уровни радиации в различных точках зараженной местности к одному времени после взрыва. Обычно при решении задач по оценке радиационной обстановки приводят уровни радиации на 1 час после взрыва. При этом могут встретиться два варианта: когда время взрыва известно и когда оно неизвестно.

Содержание

1. Способы обнаружения и замера ионизирующих излучений. Единицы измерений.....	3
2. Принципы работы штатных дозиметрических приборов	6
3. Устройство и порядок работы с радиометрами (рентгенометрами) и дозиметрами	8
4. Ядерное, термоядерное и нейтронное оружие. Характеристики поражающих факторов. Очаг и зоны заражения РВ, безопасные уровни заражения радионуклидами	26
5. Аварии на радиационно опасных объектах	39
6. Радиационная разведка местности	42

Методическое руководство по безопасной жизнедеятельности

Занятие 12

Составители: **Середняков** Владимир Евгеньевич
Шитова Елена Валерьевна
Фокина Ирина Васильевна

Редактор, корректор А.А. Антонова
Компьютерная верстка С.И. Савинской

Подписано в печать 22.05.2003. Формат 60x84/16.
Бумага тип. Усл. печ. л. 2,8. Уч.-изд. л. 2,6.
Тираж 200 экз. Заказ .

Оригинал-макет подготовлен
в редакционно-издательском отделе ЯрГУ.

Отпечатано на ризографе.

Ярославский государственный университет.
15000 г. Ярославль, ул. Советская, 14.