

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА  
«ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ РАДИАЦИОННОГО ФОНА  
РАЗЛИЧНЫХ ИЗОТОПОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРОВ  
РАДИАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ»

***ВНИМАНИЕ!***

*Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с ТРЕБОВАНИЯМИ БЕЗОПАСНОСТИ. В случае нарушения требований безопасности студент будет удален с занятий.*

**Цель работы** Научиться исследовать и оценивать радиационный фон при наличии радиоактивных изотопов, исключая при этом возможность облучения людей.

– Освоить методику работы с приборами радиационной разведки и дозиметрического контроля.

– Усвоить принцип нормирования доз ионизирующего излучения.

Продолжительность лабораторной работы - 2 часа.

**1. Содержание работы**

– Изучить настоящее пособие.

– Ознакомиться с устройством дозиметрических приборов, используемых в проведении эксперимента.

– Произвести замеры радиационного фона (мощности дозы излучения) в помещении лаборатории.

– Получить у преподавателя источник ионизирующего излучения (ИИИ) и произвести замеры радиационного фона в присутствии ИИИ.

– Оценить значение дозы ионизирующего излучения, которую будут получать при этом люди. Сравнить со значением пределов доз по НРБ-99/2009 для населения (категория В).

– Произвести зарядку дозиметра ДКП-50А.

– Оформить отчет по лабораторной работе.

– Ответить на контрольные вопросы и привести рабочие места в порядок.

**2. Основные термины и определения**

Радиоактивность – это самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа химического элемента в другие изотопы, сопровождающееся испусканием ионизирующего излучения.

Ионизирующее излучение – потоки частиц и электромагнитных квантов, взаимодействие которых со средой, приводит к ионизации её атомов и молекул. Наиболее распространенными видами ионизирующих излучений являются

потоки альфа-частиц, бета-частиц, нейтронов и электромагнитные рентгеновское и гамма-излучения.

Альфа-частица – это положительно заряженные ионы гелия, содержащие два протона и два нейтрона. Альфа-частицы образуются при распаде ядер, как правило, тяжелых естественных элементов (радия, тория и др.). Альфа-частицы обладают небольшой проникающей способностью (несколько сантиметров в воздухе и менее в более плотных средах). Поэтому во внешнем облучении альфа-частицы не имеют большого значения, но при попадании радиоактивных веществ, испускающих альфа-частицы внутрь организма (с пищей, водой, воздухом и др.), альфа-частицы наносят большой вред организму, так как обладают большой ионизирующей способностью.

Бета-частицы – поток электронов и позитронов, образующихся при распаде ядер радиоактивных элементов и летящие в пространстве с большой скоростью (приближающейся к скорости света). Бета-частицы обладают большей проникающей способностью по сравнению с альфа-частицами.

Нейтронное излучение представляет собой поток нейтральных, то есть незаряженных частиц, нейтронов. Они не обладают зарядами, поэтому сами не оказывают ионизирующего действия, однако весьма значительный ионизирующий эффект происходит за счет взаимодействия нейтронов с ядрами облучаемых веществ. Нейтронное излучение обладает наибольшей проникающей способностью. Хорошо задерживаются нейтроны элементами с малым атомным весом, например водород, гелий и т.д., у которых мало электронов вращается вокруг ядра атома и нейтрон легче может быть захвачен ядром атома.

Гамма-излучение (фотоны) представляет собой жесткие электромагнитные колебания, образующиеся при распаде ядер некоторых радиоактивных элементов. Эти лучи обладают гораздо большей проникающей способностью, чем альфа- и бета- частицы. Поэтому для экранирования от них необходимо использование материалов, способных хорошо задерживать эти лучи (свинец, бетон и т.п.). Ионизирующий эффект действия гамма-излучения обусловлен как непосредственным расходом собственной энергии, так и ионизирующим действием электронов, выбиваемых из облучаемого вещества.

Рентгеновское излучение образуется при работе рентгеновских трубок, а также специальных сложных электронных установок. По характеру рентгеновские лучи во многом сходны с гамма-лучами и отличаются от них происхождением и иногда длиной волны: рентгеновские лучи, как правило, имеют большую длину волны и более низкие частоты, чем гамма-лучи. Ионизация вследствие воздействия рентгеновских лучей происходит в большей степени за счет выбиваемых ими электронов и лишь незначительно за счет непосредственной траты собственной энергии. Эти лучи (особенно жесткие) также обладают значительной проникающей способностью.

### 3. Краткая теоретическая часть

Среди поражающих факторов ядерного взрыва (аварии на радиационно-опасном объекте) особое место занимают проникающее излучение и радиоактивное заражение.

*Проникающее излучение* представляет собой поток всех видов излучения и нейтронов, время действия которого не превышает 10...15 мин с момента взрыва.

Ионизирующая способность проникающего излучения характеризуется экспозиционной дозой излучения, измеряемой в кулонах на килограмм (Кл/кг). На практике в качестве единицы экспозиционной дозы часто применяют внесистемную единицу рентген (Р) — количество гамма-излучения, при поглощении которого в 1 см<sup>3</sup> сухого воздуха при температуре 50 °С и давлении 760 мм рт. ст. образуется  $2,083 \cdot 10^9$  пар ионов с зарядом, равным заряду электрона (1 Кл/кг = 3876 Р). Мощность экспозиционной дозы выражается в амперах на килограмм (1 А/кг = 3876 Р/с).

*Уровень радиации* — мощность экспозиционной дозы, измеренная на высоте 0,7-1 м над зараженной поверхностью. Уровень радиации характеризует степень радиоактивного заражения местности.

Основная физическая величина, определяющая степень радиационного воздействия называется *поглощённой дозой ионизирующего излучения (Д)*. Поглощенная доза определяется отношением количества средней энергии ионизирующего излучения  $dW$ , переданного веществу в элементарном объеме к массе  $dm$  вещества в этом объеме и измеряется в греях (Гр). На практике применяется внесистемная единица рад (1 Гр = 100 рад).

$$D = dW / dm, \text{ Гр} \quad (3.1)$$

Если организм подвергся воздействию различных видов излучения, применяют понятие *эквивалентной дозы Н*, под которой понимают поглощенную дозу в органе или ткани, умноженную на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения. Эквивалентная доза измеряется в Дж/кг и называется зиверт (Зв), внесистемная единица — бэр,

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр.}$$

$$H = D \cdot W_R, \text{ Зв}, \quad (3.2)$$

где  $W_R$  — взвешивающий коэффициент для излучения  $R$

Взвешивающий коэффициент  $W_R$  для разных видов ионизирующих излучений показан в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Взвешивающий коэффициент для разных видов ионизирующего излучения

Вид ионизирующего излучения	$W_R$
Фотоны любых энергий	1
Электроны и мюоны любых энергий	1
Протоны, кроме протонов отдачи, с энергией более 2 МэВ	5
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20
Нейтроны энергией:	
– менее 10 кэВ	5
– от 10 кэВ до 100 кэВ	10
– от 100 кэВ до 2 МэВ	20
– от 2 МэВ до 20 МэВ	10
– более 20 МэВ	5

Если поток излучения состоит из нескольких излучений с различными величинами взвешивающего коэффициента, то эквивалентная доза в органе определяется как сумма произведения поглощенной дозы и значений взвешивающего коэффициента.

Мерой риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей является *эффективная доза*, представляющая сумму произведений эквивалентной дозы в органе или ткани  $H$  на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного органа или ткани. Единица измерения эффективной дозы как и эквивалентной – зиверт (Зв). Значения взвешивающих коэффициентов для различных органов и тканей приведены в таблице 3. 2.

$$E = H \cdot W_T = D \cdot W_R \cdot W_T \quad (3.3)$$

где  $W_T$  — взвешивающий коэффициент для ткани  $T$ .

Таблица 3.2

Взвешивающий коэффициент для различных органов и тканей

Орган или ткань организма	$W_T$
Гонады	0,20
Костный мозг (красный), легкие, желудок, кишечник (толстый)	0,12
Мочевой пузырь, грудная железа, печень, пищевод, щитовидная железа	0,05
Кожа, клетки костных поверхностей	0,01
Остальное	0,05

Ионизирующее излучение при воздействии на организм человека может вызвать два вида соматических эффектов:

– детерминированные (пороговые) эффекты — лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.;

– стохастические (беспороговые) эффекты — злокачественные опухоли, лейкозы и др.

Кроме соматических (присущих облученному человеку) эффектов ионизирующее излучение может вызвать и генетические эффекты (наследственные болезни).

При нормальных условиях эксплуатации источников ионизации основные пределы доз воздействия устанавливаются «Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», выдержка из которых приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3

## Основные пределы доз воздействий

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
– в хрусталике глаза	150 мЗв	15 мЗв
– коже	500 мЗв	50 мЗв
– кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

Примечания. Персонал группы А — это лица, непосредственно работающие с источником ионизирующих излучений; группы Б — лица, которые по условиям профессиональной деятельности могут подвергаться воздействию радиоактивного излучения (дозы облучения, как и все остальные допустимые производные уровни персонала группы Б, не должны превышать  $\frac{1}{4}$  значений для персонала группы А). В категорию население входит все население, включая лиц из персонала вне сферы и условий производственной деятельности.

При радиационной аварии степень поражения зависит от экспозиционной дозы излучения, времени экспозиции, площади пораженных участков тела, общего состояния тела. При установлении допустимых доз облучения учитывается, что облучение может быть однократным или многократным.

*Радиоактивное заражение* возникает в результате выпадения радиоактивных веществ из радиоактивного облака. В отличие от других поражающих факторов ядерного взрыва (аварии на радиационно-опасном объекте) радиоактивное заражение характеризуется большой площадью за-

ражения, длительностью действия и трудностью обнаружения радиоактивных веществ, не имеющих цвета, запаха и других внешних признаков.

Форма следа радиоактивного облака зависит от направления и скорости ветра, рельефа местности и т.д. В следе радиоактивного облака поражающим действием обладает гамма-излучение, вызывающее общее внешнее облучение; бета-частицы, вызывающие при внешнем воздействии радиационное поражение кожи на руках, в области шеи, на голове, а при внутреннем — поражение органов; альфа-частицы во внешнем облучении представляют малое значение из-за малой проникающей способности, но очень опасны при попадании внутрь организма радиоактивных веществ, испускающих альфа-частицы, из-за их большой ионизирующей способности.

Радиоактивные вещества попадают внутрь организма главным образом с пищей и водой и при вдыхании воздуха, зараженного радиоактивной пылью и аэрозолями. И внутри организма отдельные радионуклиды обладают избирательностью, то есть накапливаются в конкретных органах и тканях. Так, например, радиоактивный йод-131 накапливается в щитовидной железе, создавая при этом концентрации йода в щитовидной железе в 1000 – 10000 раз больше, чем в других органах и тканях. Другие радионуклиды могут накапливаться в печени, в мышечной ткани, в костной ткани и т. п. Это приводит к переоблучению и поражению соответствующих органов и тканей.

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. Лучевое поражение у растений проявляется в торможении роста и замедлении развития, снижении урожая, понижении репродуктивного качества семян, клубней, корнеплодов. При больших дозах облучения возможна гибель растений.

*Дозиметрические приборы* предназначены для определения уровней радиации на местности, степени заражения одежды, кожных покровов человека, продуктов питания, воды, фуража, транспорта и других различных предметов и объектов, а также для измерения доз радиоактивного облучения людей при их нахождении на объектах и участках, зараженных радиоактивными веществами.

В соответствии с назначением дозиметрические приборы можно подразделить на приборы: радиационной разведки местности, для контроля степени заражения и для контроля облучения.

В группу приборов для радиационной разведки местности входят индикаторы радиоактивности и рентгенометры; в группу приборов для контроля степени заражения входят радиометры, а в группу приборов для контроля облучения — дозиметры.

Обнаружение радиоактивных веществ основывается на способности их излучений ионизировать вещество среды, в которой эти излучения распространяются.

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

*Фотографический метод* основан на измерении степени почернения фотоэмульсии под воздействием радиоактивных излучений. Гамма-лучи, воздействуя на молекулы бромистого серебра, содержащегося в фотоэмульсии, выбивают из них электроны связи. При этом образуются мельчайшие кристаллики серебра, которые и вызывают почернение фотопленки при ее проявлении.

Сравнивая почернение пленки с эталоном, можно определить полученную пленкой дозу облучения, так как интенсивность почернения пропорциональна дозе облучения.

*Химический метод* основан на определении изменений цвета некоторых химических веществ под воздействием радиоактивных излучений. Так, например, хлороформ при облучении распадается с образованием соляной кислоты, которая, накопившись в определенном количестве, воздействует на индикатор, добавленный к хлороформу. Интенсивность окрашивания индикатора зависит от количества соляной кислоты, образовавшейся под воздействием радиоактивного излучения, а количество образовавшейся соляной кислоты пропорционально дозе радиоактивного облучения. Сравнивая окраску раствора с имеющимися эталонами, можно определить дозу радиоактивных излучений, воздействовавших на раствор.

*Сцинтилляционный метод* основан на том, что под воздействием радиоактивных излучений некоторые вещества испускают фотоны видимого света. Возникшие при этом вспышки света (сцинтилляции) могут быть зарегистрированы.

Сущность *ионизационного метода* заключается в том, что под воздействием ионизирующих излучений в изолированном объеме происходит ионизация газов; при этом нейтральные молекулы и атомы газа разделяются на пары: положительные ионы и электроны. Если в облучаемом объеме создать электрическое поле, то под воздействием сил электрического поля электроны, имеющие отрицательный заряд, будут перемещаться к аноду, а положительно заряженные ионы — к катоду, т. е. между электродами будет проходить электрический ток, называемый ионизационным током. Чем больше интенсивность, а следовательно, и ионизирующая способность радиоактивных излучений, тем выше сила ионизационного тока. Это дает возможность, измеряя силу ионизационного тока, определять интенсивность радиоактивных излучений.

В дозиметрических приборах наиболее распространен ионизационный метод обнаружения и измерения радиоактивных излучений.

Приборы, работающие на основе ионизационного метода, имеют принципиально одинаковое устройство (рис. 3.1) и включают:

воспринимающее устройство (ионизационную камеру или газоразрядный счетчик), усилитель ионизационного тока (электрическая схема, включающая электрометрическую лампу, блок коммутации, регистрирующее устройство (микроамперметр) и источник питания (сухие элементы или аккумуляторы).



Рис. 3.1. Устройство прибора, работающего на основе ионизационного метода

Ионизационная камера представляет собой заполненный воздухом замкнутый объем, внутри которого находятся два изолированных друг от друга электрода (типа конденсатора). 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. Измеряя ионизационный ток или падение напряжения, можно определить мощность или дозу радиоактивного излучения, воздействующего на камеру.

Газоразрядный счетчик представляет собой устройство, состоящее из двух электродов, имеющих постоянное напряжение от источника питания. Одним электродом является металлический цилиндр, который соединяется с отрицательным полюсом батареи, вторым электродом служит тонкая металлическая проволока — нить, натянутая вдоль оси цилиндра и соединенная через сопротивление с положительным полюсом батареи. Металлический цилиндр одновременно является корпусом счетчика. Имеются также газоразрядные счетчики со стеклянным корпусом, внутренняя поверхность которого покрыта слоем токопроводящего материала (меди) и служит отрицательным электродом. Газоразрядные счетчики герметичны. Пространство между электродами заполняется разреженной смесью инертных газов аргона и неона с некоторыми добавками, улучшающими работу счетчика.

Газоразрядные счетчики применяют для измерения ионизирующего действия ядерных излучений и степени заражения альфа-, бета-, и гамма-



активными веществами различных объектов, предметов, продовольствия и т. д.

Высокая чувствительность счетчиков позволяет измерять очень малую интенсивность излучения. Поэтому они могут использоваться как в приборах для измерения уровней радиации на местности (рентгенометрах), так и в приборах для измерения степени заражения различных предметов (радиометрах).

#### **4. Приборы, используемые в работе**

*Цифровой детектор радиации Quartex RD8901.* Предназначен для измерения мощности дозы гамма-излучения и зараженности объектов источниками бета-частиц (рис. 4.1). Не требует специальных проб для калибровки. Показания в мкР/час. Цикл измерения 30...38 с. Время индикации результата измерения 3 сек.



- индикация каждого гамма-кванта



- индикация переполнения,  
мощность излучения превышает 999  
мкР/час

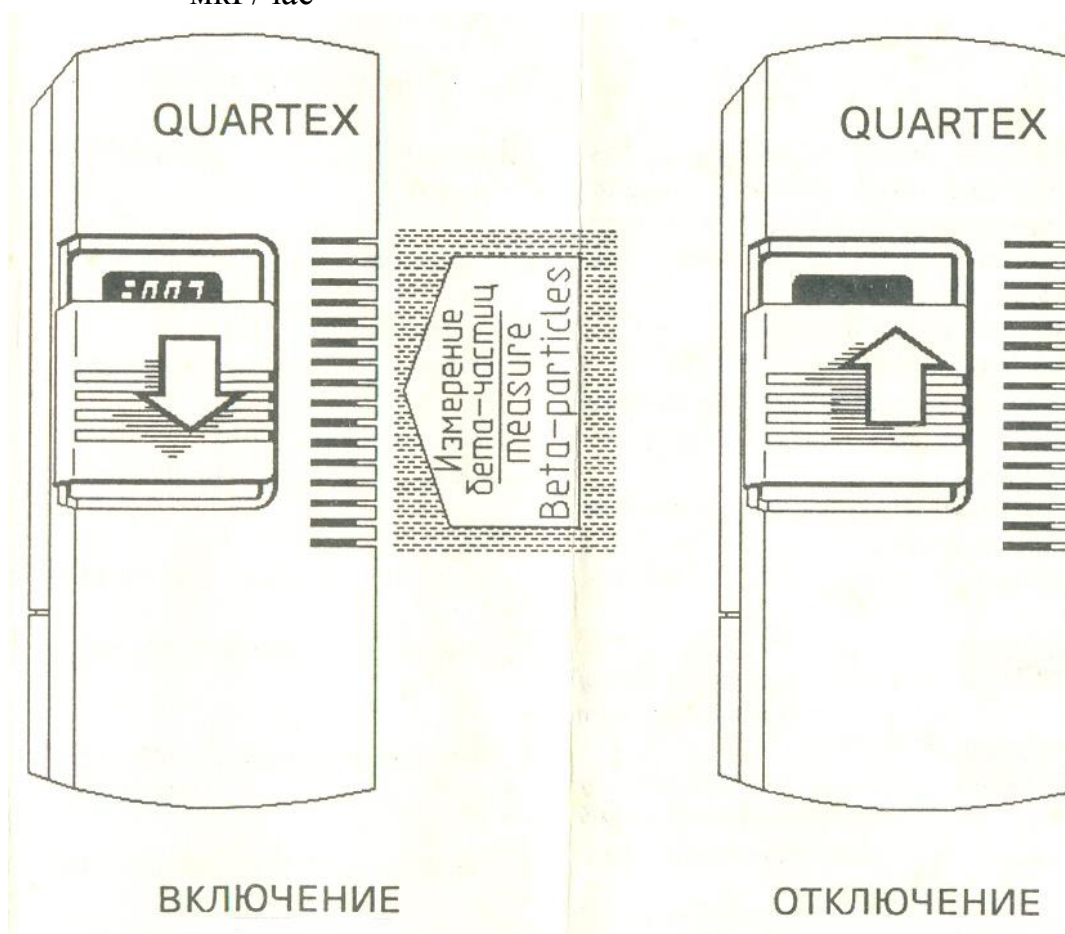


Рис.4.1. Цифровой детектор радиации Quartex RD8901

*Измеритель мощности дозы ДП-5В(А)* предназначен для измерения уровней радиации на местности и радиоактивной зараженности различных предметов по гамма-излучению (рис. 4.2). Мощность гамма-излучения определяется в миллирентгенах или рентгенах в час для той точки пространства, в которой помещен при измерениях соответствующий счетчик прибора. Кроме того, имеется возможность обнаружения бета-излучения.

Диапазон измерений по гамма-излучению от 0,05 мР/ч до 200 Р/ч в диапазоне энергий гамма-квантов 0,084.....1,25 МэВ. Прибор имеет шесть поддиапазонов измерений (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Поддиапазоны измерения ДП-5В

Поддиапазоны	Положение ручки переключателя	Шкала	Единица измерения	Пределы измерения	Время установления показателей, с
1	200	0 - 200	Р/ч	5 - 200	10
2	х 1000	0 - 5	мР/ч	500 - 5000	10
3	х 100	0 - 5	мР/ч	50 - 500	30
4	х 10	0 - 5	мР/ч	5 - 50	45
5	х 1	0 - 5	мР/ч	0,5 - 5	45
6	х 0,1	0 - 5	мР/ч	0,05 - 0,5	45

Отсчет показаний приборов производится по нижней шкале микроамперметра в Р/ч, по верхней шкале — в мР/ч с последующим умножением на соответствующий коэффициент поддиапазона. Участки шкалы от нуля до первой значащей цифры являются нерабочими.

Приборы имеют звуковую индикацию на всех поддиапазонах, кроме первого. Звуковая индикация прослушивается с помощью головных телефонов 8.

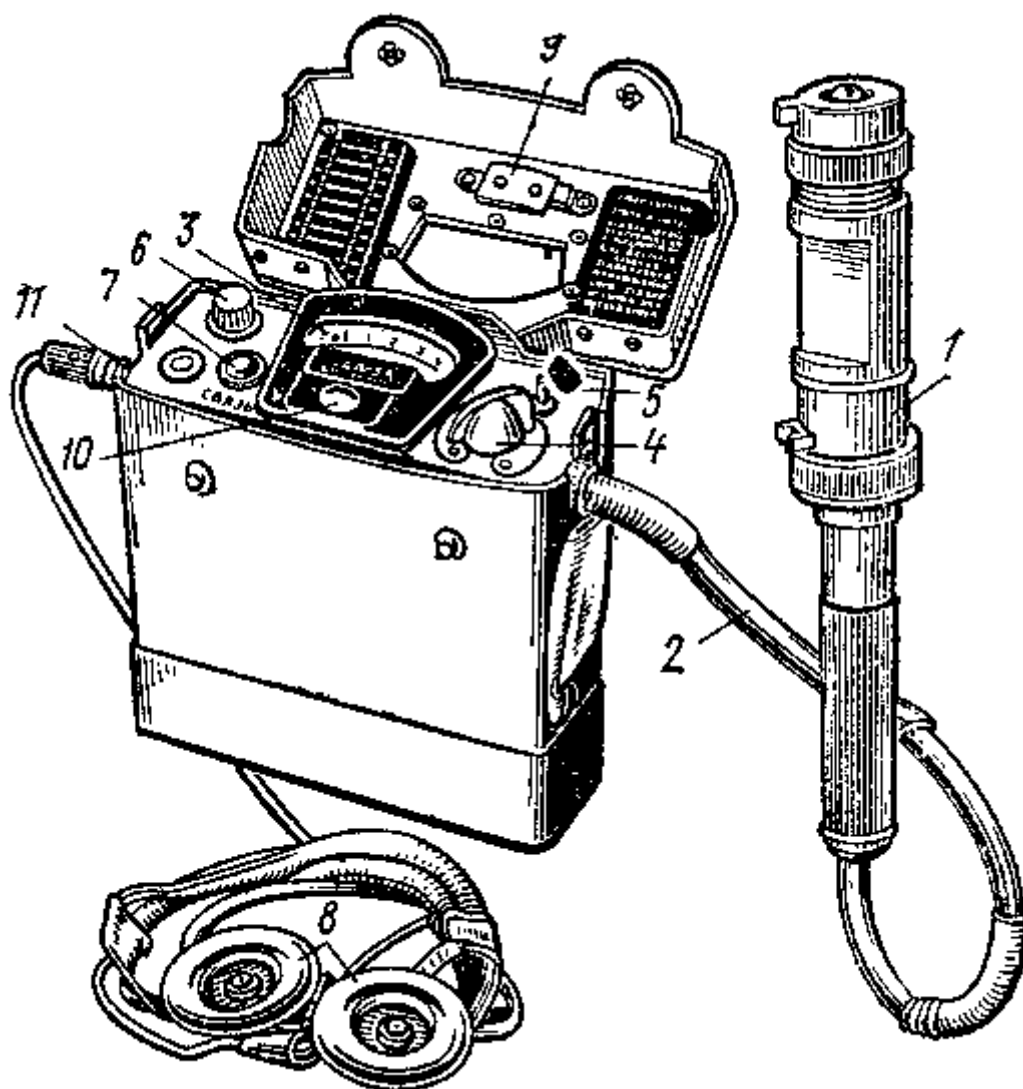


Рис. 4.2. Устройство измерителя мощности дозы ДП-5В(А)

Питание прибора осуществляется от трех сухих элементов типа КБ-1 (один из них для подсветки шкалы), которые обеспечивают непрерывность работы в нормальных условиях не менее 55 ч. Прибор может подключаться к внешним источникам постоянного тока напряжением 12 или 24В, с помощью делителя напряжения с кабелем длиной 10 м.

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

Прибор состоит из измерительного пульта и блока детектирования, соединенных гибким кабелем 2; контрольного стронциево-иттриевого источника бета-излучения для проверки работоспособности прибора 9.

Измерительный пульт состоит из панели и кожуха. На панели измерительного пульта размещены: микроамперметр с двумя измерительными шкалами 3; переключатель поддиапазонов 4, ручка «Режим» (потенциометр ре-

гулировки режима) 6; кнопка сброса показаний «Сброс» 7; тумблер подсвета шкалы 5; винт установки нуля 10; гнездо включения телефона 11. Панель крепится к кожуху двумя невыпадающими винтами. Элементы схемы прибора смонтированы на шасси, соединенном с панелью при помощи шарнира и винта. Внизу кожуха имеется отсек для размещения источников питания. При отсутствии элементов питания сюда может быть подключен делитель напряжения от источников постоянного тока. Воспринимающими устройствами приборов являются газоразрядные счетчики, установленные в блоке детектирования (зонде). Зонд и блок детектирования 1 представляет собой стальной цилиндрический корпус с окном для индикации бета-излучения, заклеенным водостойкой пленкой, через которую проникают бета-частицы. На корпус надет металлический поворотный экран, который фиксируется в двух положениях («Г» и «Б») на зонде и в трех положениях («Г», «Б» и «К») на блоке детектирования. В положении «Г» окно корпуса закрывается экраном и в счетчик могут проникать только гамма-лучи. При повороте экрана в положение «Б» окно корпуса открывается и бета-частицы проникают к счетчику. В положении «К» контрольный источник бета-излучения, который укреплен во внутреннем углублении на экране блока детектирования, устанавливается против окна и в этом положении проверяется работоспособность прибора ДП-5В.

На корпусах зонда и блока детектирования имеются 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). Для ношения прибора к футляру присоединяются два ремня.

Телефон 8 состоит из двух малогабаритных телефонов типа ТГ-7М и оголовья из мягкого материала. Он подключается к измерительному пульта и фиксирует наличие радиоактивных излучений: чем выше мощность излучений, тем чаще звуковые щелчки.

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

Комплект дозиметров ДП-22-В предназначен для измерения индивидуальных доз гамма-облучения. Комплект состоит из зарядного устройства ЗД-5 и 50 дозиметров ДКП-50А. Дозиметры ДКП-50А обеспечивают измерение индивидуальных доз гамма-облучения в диапазоне от 2 до 50 рентген при мощности дозы от 0,5 до 200 р/ч в диапазоне энергий излучения от 200 кэВ до 2 МэВ. Отсчет измеряемых доз производится по шкале, расположенной внутри дозиметра и отградуированной в рентгенах. Работоспособность комплекта обеспечивается в интервале температур от  $-40^{\circ}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , при этом дополнительная погрешность измерений доз не превышает  $\pm 7,5\%$  от конечного значения шкалы на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  отклонения температуры от нормальных значений.

Конструкция прямопоказывающего дозиметра ДКП-50А показана на рис. 4.3.

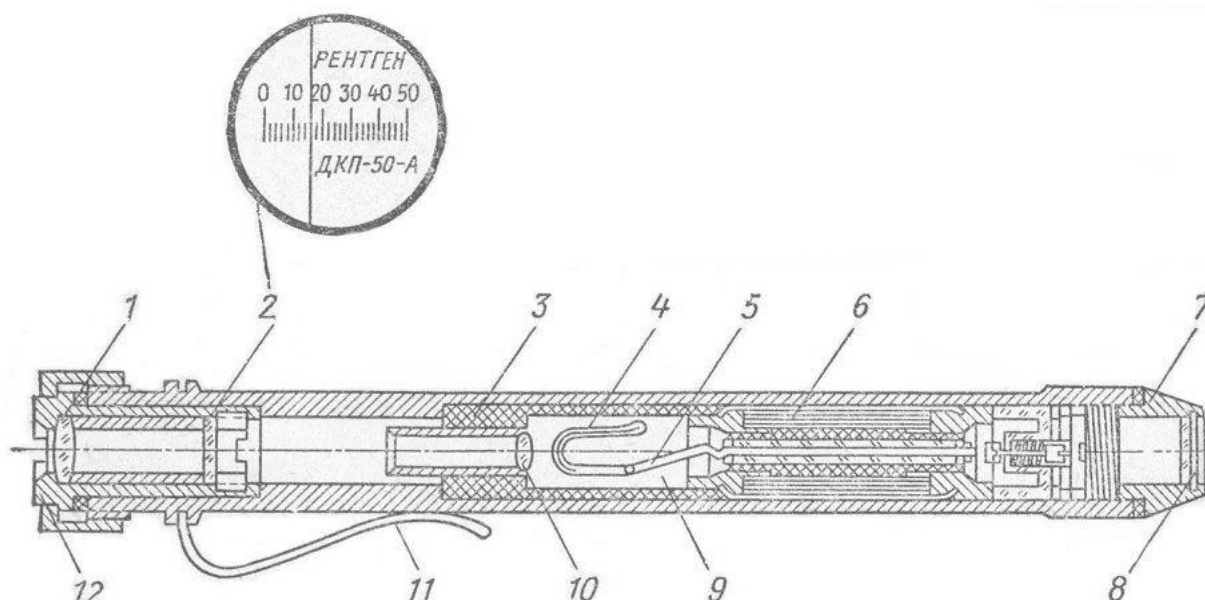


Рис. 4.3. Конструкция прямопоказывающего дозиметра ДКП-50А

Дозиметр ДКП-50А (рис. 4.3) предназначен для измерения доз облучения. Он представляет собой простейшую ионизационную камеру 9, к которой подключен конденсатор 6. Внешним электродом системы камера — конденсатор является дюралевый цилиндрический корпус 3 дозиметра. Внутренний электрод изготовлен из алюминиевой проволоки 5, к которой на У-образном изгибе прикреплена подвижная платинированная нить 4.

Отсчетное устройство представляет собой микроскоп с 90-кратным увеличением, состоящий из окуляра 1, объектива 10 и шкалы 2. Шкала имеет 25 делений; цена одного деления соответствует двум рентгенам.

На верхний конец дозиметра навинчивается гайка фасонная 12, на нижний — защитная оправа 7 со стеклом 8. При ношении в кармане дозиметр крепится с помощью держателя 11.

Принцип действия прямопоказывающего дозиметра подобен действию простейшего электроскопа. Когда дозиметр заряжается, то между центральным электродом 5 с платинированной нитью 4 и корпусом 3 камеры создается напряжение. Поскольку нить и центральный электрод соединены друг с другом, они получают одноименный заряд и нить под влиянием сил электростатического отталкивания отклонится от центрального электрода. Путем регулирования зарядного напряжения нить может быть установлена на нуле шкалы. При воздействии радиоактивного излучения в камере образуется ионизационный ток, в результате чего заряд дозиметра уменьшается пропорционально дозе облучения и нить движется по шкале, так как сила отталкивания ее от центрального электрода уменьшается по сравнению с первоначальной. Держа дозиметр против света и наблюдая через окуляр за нитью, можно в любой момент произвести отсчет полученной дозы облучения.

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

Для зарядки дозиметра на зарядном устройстве необходимо:

- отвинтить защитную оправу дозиметра и защитный колпачок зарядного гнезда, ручку потенциометра повернуть влево до отказа;
- дозиметр вставить в зарядное гнездо зарядного устройства, при этом включается подсветка зарядного гнезда и высокое напряжение;
- наблюдая в окуляр, слегка нажать на дозиметр и поворачивать ручку потенциометра вправо до тех пор, пока изображение нити на шкале дозиметра не перейдет на «0», после чего вынуть дозиметр из зарядного гнезда;
- проверить положение нити при дневном свете; при вертикальном положении нити ее изображение должно быть на «0»;
- завернуть защитную оправу дозиметра и колпачок зарядного гнезда.

Дозиметр во время работы в районе действия гамма-излучения носится в кармане одежды. Периодически наблюдая в окуляр дозиметра, определяют по положению нити на шкале величину дозы облучения, полученную во время работы. Отсчет необходимо производить при вертикальном положении изображения нити. Дозиметры ДКП-50А требуют бережного обращения с ними: нельзя допускать ударов и падений, что может привести к выходу их из строя.

Дозиметры должны храниться в укладочном ящике в заряженном состоянии. Перед выдачей дозиметры следует зарядить вновь.

## **5. Меры безопасности**

5.1. В лабораторной работе используется радиоактивный препарат (смесь бета-активных стронция и иттрия). При проведении лабораторной

работы необходимо стремиться к тому, чтобы доза облучения была минимальной.

5.2. Получив у преподавателя радиоактивный препарат, держать его постоянно в закрытом защитном футляре. Открывать футляр только при непосредственном измерении радиоактивного фона, создаваемого этим препаратом. Необходимо следить за тем, чтобы открытая часть футляра с препаратом была направлена в сторону, где нет людей (например, вверх).

5.3. По окончании измерений препарат в закрытом футляре сдать преподавателю и после этого готовить отчет о выполненной лабораторной работе.

## **6. Порядок выполнения работы**

6.1. Определить фактический радиационный фон на рабочем месте

– Привести прибор «Quartex RD8901» в рабочее состояние, для чего необходимо сдвинуть крышку вниз.

– Дождаться стабилизации показаний. Продолжительный (3 сек) звуковой сигнал во время которого на дисплее высвечивается результат измерения в микрорентгенах в час. После чего начинается новый цикл измерения, который длится 30...38 секунд. Записать значение в таблицу 7.1.

– Повторить замер еще 4 раза, заноса результаты в таблицу 7.1.

– Вычислить среднеарифметическое значение радиационного фона и занести в таблицу 7.1.

6.2. Замерить радиационный фон возле радионуклида прибором ДП-5В

– Извлечь прибор из укладочного ящика, открыть крышку футляра, произвести внешний осмотр прибора, пристегнуть к футляру ремни и подключить источники питания, соблюдая полярность. Поставить ручку переключателя поддиапазонов против черного треугольника (контроль режима).

– Установить экран зонда в положение «Б».

– Поднести зонд к анализируемому предмету на расстояние 1-1,5 см упорами в сторону предмета (объекта).

– Медленно перемещая зонд над поверхностью объекта, определить место максимального излучения по наибольшей частоте щелчков в головных телефонах или по максимальному показанию микроамперметра и после остановки стрелки снять показания прибора. Занести полученное значение в таблицу 7.2.

– Повторить замер еще трижды, располагая зонд на расстоянии 5, 10, 15 см от исследуемого объекта. Для каждого расстояния еще дважды произвести замеры. Вычислить среднеарифметическое значение мощности дозы для каждого расстояния и занести его в таблицу 7.2.

### 6.3. Произвести зарядку дозиметра ДКП-50А.

– Подготовить зарядное устройство ЗД-5 к работе. Установить в отсек питания, соблюдая полярность, элементы питания. Повернуть ручку потенциометра влево до упора. Отвернуть крышку зарядного гнезда зарядного устройства.

– Отвернуть защитный колпачок дозиметра и вставить его контактной группой в зарядное гнездо устройства до упора. При этом сработает концевой выключатель и включится преобразователь напряжения и лампочка подсвета шкалы дозиметра.

– Наблюдая в окуляр дозиметра, слегка нажать на дозиметр (при этом замкнется цепь зарядки конденсатора дозиметра) и, плавно поворачивая ручку потенциометра вправо, установить стрелку на нулевую отметку шкалы дозиметра. При этом на центральный электрод ионизационной камеры дозиметра будет подан плюс соответствующего значения, а минус на корпус дозиметра.

– Проверить зарядку дозиметра. Для этого необходимо посмотреть через окуляр дозиметра на свет. При вертикальном положении стрелки она должна находиться на нулевой отметке. При горизонтальном положении стрелка за счет собственного веса отклоняется примерно на два деления, внося тем самым погрешность в измерение дозы облучения.

6.4. Провести по формуле (6.4.1) расчет (на основании результатов пункта 6.2) дозы за год (из расчета работы с изотопами 2 часа в смену) и сравнить с ПДД НРБ-99/2009 (20 мЗв – для персонала, 1 мЗв – для населения). Результат занести в таблицу 7.2.

$$D = T \cdot P \cdot N, \text{ мЗв} \quad (6.4.1)$$

где  $D$  – доза, полученная за год (мЗв);  
 $T$  – время работы с изотопами в смену (час);  
 $P$  – фактическое значение замера (мкЗв/ч);  
 $N$  – количество смен за год.

Принять в первом приближении:  $1 \text{ мЗв} = 0,1 P$ .

### 6.5. Сделать выводы.



**7. Форма отчета по лабораторной работе****Лабораторная работа****«Исследование интенсивности радиационного фона различных изотопов с использованием приборов радиационной разведки»**

Выполнил \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.) Группа \_\_\_\_\_

Таблица 1

Измерение мощности дозы детектором Quartex RD8901

№ замера	1	2	3	4	5	Среднее значение мощности дозы (мкР/ч)

Вывод:

---

Таблица 2

Измерение мощности дозы измерителем ДП-5В

Расстояние до объекта	Значение мощности дозы, мкР/ч					Доза за год (Р)
	1	2	3	4	5	

Вывод:

---

**8. Контрольные вопросы**

1. Что такое радиоактивность и ионизирующее излучение?
2. Какие существуют виды ионизирующего излучения?
3. Что такое проникающее излучение?
4. Что такое радиоактивное заражение?
5. Что такое уровень радиации?
6. Что такое поглощенная, эквивалентная и эффективная дозы ионизирующего излучения?

7. Пределы эффективных доз воздействия при нормальных условиях эксплуатации источников ионизации для персонала и населения.
8. Классификация дозиметрических приборов.
9. Методы обнаружения и измерения радиоактивных излучений.
10. Какие приборы использовались в работе?

### **Литература**

1. Матрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебник для вузов. – М.: Академия, 2004.
2. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.И. Гражданская оборона: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1986.
3. Егоров П.Т. и др. Гражданская оборона: учебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. – М.: Высшая школа, 1977.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) СП2.6.1.2325-10. - М., 2010.
5. О радиационной безопасности населения. Фед. закон № 3-ФЗ От 9.01.1996 г.