

Министерство образования и науки Кыргызской Республики
Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова
Кафедра «Техносферная безопасность»

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ
КОНТРОЛЯ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ
ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

Методическое руководство к лабораторной работе 17
по дисциплине «*Безопасность жизнедеятельности*»
для студентов всех специальностей и всех форм обучения

Бишкек 2018

РАССМОТРЕНО

на заседании кафедры
«Техносферная безопасность»
Протокол № 3 от 30.09.2018 г.

ОДОБРЕНО

методической комиссией
энергетического факультета
Протокол № 3 от 29.09.2018 г.

УДК 658.382

Составители: *Мурзаканов А.Н.*

Исследование эффективности методов контроля и средств защиты от ионизирующих излучений. Методическое руководство к лабораторной работе 17 по дисциплине "*Безопасность жизнедеятельности*" для студентов всех специальностей и всех форм обучения/КГТУ им. И.Раззакова; Сост. Мурзаканов А.Н., Омуров Ж.М. - Б.: ИЦ «Текник», 2018. - 17 с.

Рассматриваются методы защиты от действия внешнего ионизирующего излучения, изучаются приборы и исследуется радиационный фон в учебных лабораториях.

Предназначено для студентов всех специальностей и всех форм обучения.

Ил. 6. Табл. 6. Библиогр.: 8 назв.

Рецензент: *Омуров Ж.М*

© КГТУ им.И.Раззакова
©. 2018 *Мурзаканов А.Н., Омуров Ж.М*

Цель работы

1. Изучить действие ионизирующих излучений на живой организм.
2. Изучить методы экспериментальных исследований и конструкцию приборов для измерения радиации.
3. Научиться самостоятельно пользоваться дозиметром.
4. Выполнить практические задания 1, 2 и 3.

Краткие теоретические сведения

Ионизирующие излучения получили свое название благодаря способности вызывать ионизацию атомов и молекул в облучаемом веществе. Элементарный акт взаимодействия излучения с веществом – поглощение энергии кванта валентным электроном, приводящее к переходу атома или молекулы в возбужденное состояние, вплоть до высвобождения электрона. При освобождении электрона оставшаяся часть атома или молекулы, приобретая положительный заряд, становится положительным ионом. При возврате возбужденного атома или молекулы в исходное состояние без освобождения электрона выделяется излучение определенной энергии.

Все ионизирующие излучения по своей физической природе подразделяются на электромагнитные и корпускулярные. Электромагнитные излучения – это рентгеновское излучение, γ – излучения радиоактивных элементов и тормозное излучение. Рентгеновское излучение возникает при воздействии на вещество сильного электростатического поля (при разности потенциалов более 10-12 кВ). Взаимные превращения и распады радиоактивных элементов сопровождаются появлением γ – излучения. Тормозное излучение возникает при прохождении через вещество сильно ускоренных заряженных частиц. Видимый свет и радиоволны – тоже электромагнитные излучения, но они не ионизируют вещество, ибо характеризуются большой длиной волны (т.е. малой энергией) или, как говорят, меньшей жесткостью.

Все остальные виды ионизирующих излучений можно рассматривать как пучки элементарных ядерных частиц, ядер элементов или ионов – корпускулярные излучения. Большинство из них – заряженные частицы: β – частицы (электроны, позитроны), протоны-ядра 1_1H атомов водорода, дейтроны (ядра 2_1H атомов «тяжелого» водорода – дейтерия), α – частицы (ядра 4_2He атомов гелия), тяжелые ионы (ионы и ядра атомов других химических элементов). Кроме того, к корпускулярным излучениям относятся и не имеющие заряда частицы-нейтроны.

Наряду с ионизирующей способностью, характерным свойством ионизирующих излучений является их проникающая способность в облучаемое вещество. Глубина проникновения ионизирующих излучений в вещество

зависит, с одной стороны, от природы излучения, заряда составляющих его частиц и их энергии, а с другой стороны – от состава и плотности облучаемого вещества (рис. 1).

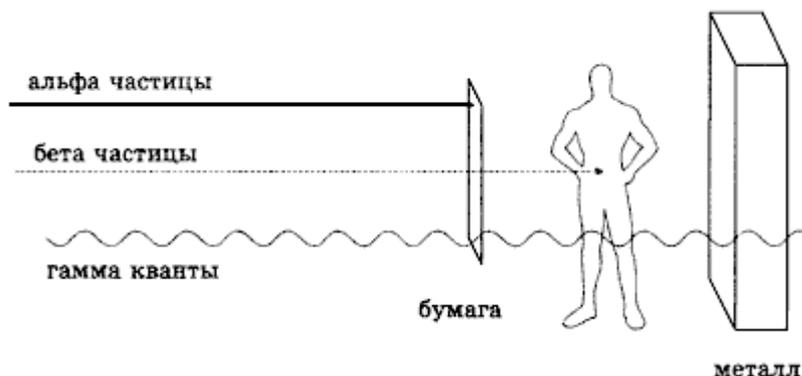


Рис. 1. Три вида излучений и их проникающая способность

Электромагнитное ионизирующее излучение обладает большой проникающей способностью, так как поглощается в веществе незначительно. Поглощение электромагнитного пучка одной энергии в однородном веществе описывается зависимостью:

$$I(x) = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x},$$

где I_0 и $I(x)$ – интенсивности соответственно падающего излучения и излучения, прошедшего через вещество толщиной X : μ – линейный коэффициент поглощения, который характеризует поглощающую способность вещества.

В табл. 1 приведены значения μ для четырех веществ (воды, воздуха, железа и свинца) и зависимость этого коэффициента от энергии γ – излучения: чем меньше μ , тем слабее поглощение и больше проникающая способность электромагнитных излучений.

Таблица 1

Значения линейного коэффициента поглощения

Энергия γ – излучения, МэВ	$\mu, \text{см}^{-1}$			
	Воздух	Плексиглас	Железо	Свинец
0,1	0,198	0,172	2,81	59,9
0,25	0,146	0,126	0,82	6,3
0,5	0,111	0,096	0,82	1,67
1,0	0,081	0,070	0,45	0,75
2,0	0,057	0,050	0,33	0,51
3,0	0,046	0,039	0,28	0,46
5,0	0,036	0,030	0,24	0,48
10,0	0,026	0,022	0,23	0,62

Для корпускулярных ионизирующих излучений проникающая способность значительно меньше. Это можно объяснить либо наличием у частиц, ионизирующих вещество, электрического заряда, либо при его отсутствии наличием значительной массы ионизирующих частиц (нейтроны).

Проникающую способность корпускулярных ионизирующих излучений удобно характеризовать величиной пробега частиц в веществе.

В табл. 2 представлены характерные значения пробегов частиц в воздухе для α -, β - и протонного излучений.

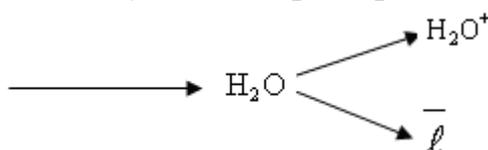
Таблица 2

Значения пробегов частиц в воздухе

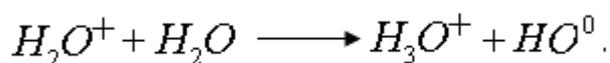
Вид ионизирующего излучения	Диапазон энергии частиц, МэВ	Диапазон пробегов частиц, см
α	4,0 – 10,0	2,5 – 10,6
β	0,01 – 8,0	0,002 – 34,4
Протонное	1,0 – 15,0	0,002 – 0,003

Рассмотрим кратко механизм воздействия ионизирующей радиации на биологический объект. В его основе лежат два основных процесса, называемые прямым и косвенным действием радиации.

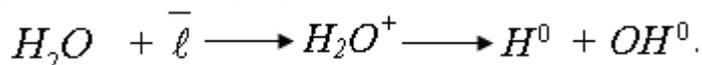
Под прямым действием радиации понимают такие изменения, которые возникают в результате поглощения энергии излучения самими исследуемыми молекулами. Под косвенным действием понимают изменения растворенных в воде молекул, вызываемые продуктами радиационного разложения воды или других растворенных веществ. При радиолитическом разложении воды молекула ионизируется частицей излучения, теряя при этом электрон



Ионизированная молекула воды реагирует с другой нейтральной молекулой воды, в результате чего образуется высоко реактивный ион (радикал) гидроксида OH



«Вырванный» электрон взаимодействует с окружающими молекулами воды, возникает сильно возбужденная молекула H_2O^* , которая в свою очередь диссоциирует с образованием двух радикалов H и OH



Эти свободные радикалы содержат неспаренные электроны, поэтому отличаются чрезвычайно высокой реакционной способностью. За время не более 10^{-5} секунды они либо рекомбинируют друг с другом, либо реагируют с растворенным субстратом.

В клетках организма аналогично могут подвергаться разложению и другие органические молекулы. Возникающие при этом органические радикалы также обладают значительной реакционной способностью и могут привести к

разрыву химических связей в жизненно важных макромолекулах. Этим и объясняется биологическое воздействие радиации.

При облучении биологических объектов разными видами ионизирующей радиации в одинаковых условиях возникают количественно, а иногда и качественно различные биологические эффекты, что связано с пространственным распределением проникающей радиации в биологическом объекте. Это приводит к ионизации атомов и молекул не только на внешней поверхности объекта, но и во внутренних органах и тканях, или исключительно во внутренних органах и тканях.

Каждому биологическому объекту свойственна своя мера чувствительности к действию ионизирующей радиации, своя радиочувствительность.

Степень радиочувствительности сильно варьируется и в пределах одного биологического вида, а для определенного индивидуума зависит также от возраста и пола. Кроме того, даже в одном организме различные клетки и ткани значительно различаются по радиочувствительности, поэтому дозы облучения органов и тканей следует учитывать с различными коэффициентами риска (рис.2).



Рис. 2. Коэффициенты радиационного риска

В качестве критерия радиочувствительности обычно используют величину ЛД₅₀ – летальную дозу, облучение которой вызывает гибель 50% биологических объектов. Ниже, в табл. 3, представлены данные о радиочувствительности различных биологических объектов к дозам γ – излучения, вызывающих 50% гибель биологических объектов.

На рис. 3 показана величина летальных доз для человека и время наступления смертельных исходов при острых поражениях.

Таблица 3

Радиационная чувствительность биологических объектов

Биологический вид	Доза, Гр	Биологический вид	Доза, Гр
Овца	1,5-2,5	Осел	2,0-3,8
Собака	2,5-3,0	Человек	2,5-3,5
Обезьяны	2,5-6,0	Мыши	6,0-15,0
Крысы	7,0-9,0	Птицы	8,0-20,0
Рыбы	8,0-20,0	Кролик	9,0-10,0
Хомяк	9,0-10,0	Змея	80,0-200,0
Насекомые	10,0-100,0	Растения	10,0-1500,0



Рис. 3. Летальные дозы

Общее представление о количестве падающей на объект энергии излучения за время облучения может быть получено измерением так называемой дозы D_3 , определяемой как

$$D_3 = \frac{dQ}{dm},$$

где dQ – полный заряд ионов одного знака, возникающих в воздухе при полном торможении всех вторичных электронов, образованных фотонами в малом объеме воздуха; dm – масса воздуха в этом объеме.

Как видно из определения, экспозиционную дозу удобнее всего использовать как характеристики электромагнитных ионизирующих излучений.

Эффект от воздействия ионизирующих излучений на объект при прочих равных условиях прежде всего определяется количеством поглощенной энергии в единице массы объекта – поглощенной дозой D_n

$$D_n = \frac{dE}{dm},$$

где dE – средняя энергия, переданная излучением веществу в малом объеме; dm – масса вещества в этом малом объеме.

Для сравнительной оценки биологического действия разных видов излучения или смешанных излучений при равных поглощенных дозах используется понятие эквивалентной дозы $D_{экр}$

$$D_{экр} = \sum_{(i)} D_n^i \cdot Q^i,$$

где D_n – поглощенная доза, обусловленная i -ым видом или компонентом ионизирующих излучений; Q^i – коэффициент качества i -го вида или компоненты излучения. Он определяется как отношение поглощенной дозы данного излучения, обуславливающих тот же биологический эффект.

В качестве эталонного излучения принимают рентгеновское излучение. В табл. 4 приведены значения коэффициента качества для различных видов ионизирующих излучений.

Таблица 4

Компоненты излучения

Вид излучения	Значение Q
Рентгеновское, γ – излучение,	1
β – излучение	1
Нейтроны	3 – 10
Протоны	10
α – излучение	20
Тяжелые ядра и ионы	20

Единицы измерения экспозиционной, поглощенной и эквивалентной дозы в системе СИ и внесистемные единицы измерения приведены ниже в табл. 5.

Таблица 5

Единицы измерения

Доза	СИ	Внесистемная
Экспозиционная	Кулон/кг=Кл/кг	Рентген= $P=0,258 \cdot 10^{-3}$ Кл/кг
Поглощенная	Джоуль/кг=Дж/кг=Грей=Гр	Рад = 10^{-2} Гр
Эквивалентная	Грей/Q = Зиверт=Зв	Рад/Q = бар = 10^{-2} Зв

Для характеристик изменения дозы во времени вводится понятие мощности дозы. Мощности экспозиционной, поглощенной и эквивалентной доз соответственно определяются как:

$$P_{э} = \frac{dD_{э}}{dt}; \quad P_n = \frac{dD_n}{dt}; \quad P_{экр} = \frac{dD_{экр}}{dt}.$$

Нормирование воздействия ионизирующих излучений

Основным нормативным документом, регламентирующим уровни воздействия ионизирующих излучений в Российской Федерации, являются

Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Документ относится к категории санитарных правил (СП 2.6.1.758-99), утвержден Государственным санитарным врачом Российской Федерации 2 июля 1999 г.

Нормы распространяются на воздействие ионизирующего излучения на человека от техногенных, природных источников и при медицинском облучении.

Для ограничения техногенного облучения в нормальных условиях эксплуатации техногенных источников излучения НРБ-99 устанавливают следующие категории облучаемых лиц:

- персонал (группы А и Б);
- все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Персонал – лица, работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б).

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются три класса нормативов:

- 1) *основные пределы доз ПД*, приведенные в табл. 6;
- 2) *допустимые уровни* монофакторного воздействия (для одного радионуклида, пути поступления или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз: пределы годового поступления (ПГД), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА), допустимые среднегодовые удельные активности (ДУА) и др.;
- 3) *контрольные уровни* (дозы, уровни, активности, плотности потока и др.).

Их значения должны учитывать достигнутый в организации уровень радиационной безопасности и обеспечивать условия, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого.

Таблица 6

Основные пределы доз

Нормируемая величина	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 (мЗв):		
В хрусталике глаза	150	15
В коже	500	50
В кистях и стопах	500	50

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни облучения персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв.

При одновременном воздействии на человека источников внешнего и внутреннего облучения годовая эффективная доза не должна превышать пределов доз, установленных в табл. 6.

Для студентов и учащихся старше 16 лет, проходящих профессиональное обучение с использованием источников излучения, годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы Б.

Планируемое облучение персонала группы А выше установленных пределов доз (см. табл. 6) при ликвидации или предотвращении аварии может быть разрешено только в случае необходимости спасения людей и / или предотвращения их облучения. Планируемое повышенное облучение допускается для мужчин старше 30 лет лишь при их добровольном письменном согласии после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

Планируемое повышенное облучение в эффективной дозе до 100 мЗв в год допускается с разрешения территориальных органов Госсанэпиднадзора, а до 200 мЗв в год – только с разрешения федерального органа Госсанэпиднадзора.

Лица, подвергшиеся облучению в эффективной дозе, превышающей 100 мЗв в течение года, при дальнейшей работе не должны подвергаться облучению в дозе свыше 20 мЗв в год.

Облучение эффективной дозой свыше 200 мЗв в течение года должно рассматриваться как потенциально опасное. Лица, подвергшиеся такому облучению, должны немедленно выводиться из зоны облучения и направляться на медицинское обследование.

В производственных условиях (любые профессии и производства) эффективная доза облучения *природными источниками* излучения всех работников, включая персонал, не должна превышать 5 мЗв в год.

При проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований и научных исследований практически здоровых лиц годовая эффективная доза облучения этих лиц не должна превышать 1 мЗв.

Нормы радиационной безопасности НРБ-99 устанавливают также требования по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии.

Несколько слов об экспериментальном измерении характеристик ионизирующих излучений. Можно выделить шесть основных методов дозиметрии ионизирующих излучений: ионизационные камеры, полупроводниковые детекторы, сцинтилляционный метод, люминесцентный детектор, фотографический и химический методы. Рассмотрим подробнее сцинтилляционный метод, так как в лабораторных работах используются детекторы, основанные на этом методе. Принципиальная схема

сцинтилляционного дозиметра показана на рис. 4. Излучение, взаимодействуя с веществом сцинтиллятора (например, кристаллы иодида натрия), образует в нем электроны, которые, поглощаясь в сцинтилляторе, создают вспышки света. Свет через световод направляется на фотокатод фотоэлектронного умножителя. Из фотокатода выбиваются фотоэлектроны, и усиленный электронный ток попадает на анод. Каждому электрону, поглощенному в сцинтилляторе, соответствует импульс тока в анодной цепи фотоэлектронного умножителя, следовательно, измерению может подлежать как среднее значение анодного тока, так и число импульсов тока в единицу времени. В соответствии с этим различают токовый (интегрирующий) и счетчиковый режимы сцинтилляционного дозиметра.

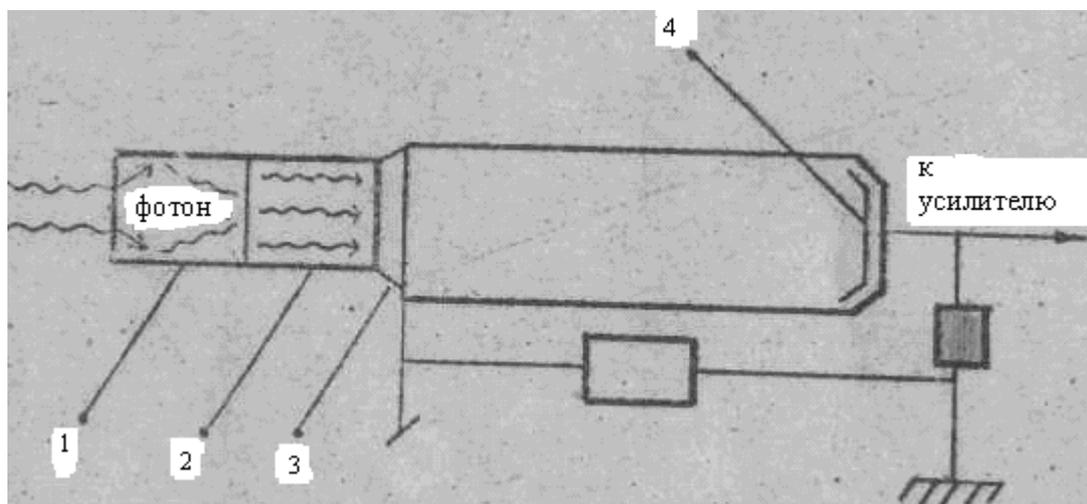


Рис. 4. Схема дозиметра

Задание 1. *Исследование основных методов защиты от действия внешнего ионизирующего излучения*

Большинство методов защиты от воздействия внешних ионизирующих излучений основано на трех способах уменьшения влияния ионизирующего излучения на биологические объекты:

- увеличение расстояния между источником излучения и объектом;
- установка защитных экранов между источником излучения и объектом;
- уменьшение времени воздействия излучения на объект.

Целью данного задания является:

- изучение устройства и принципа работы дозиметров;
- исследование зависимости мощности экспозиционной дозы γ -излучения, действующего на детектор, от расстояния между источником γ -излучения и детектором;
- исследование зависимости мощности экспозиционной дозы γ -излучения, действующего на детектор, от материала защитного экрана при фиксированном расстоянии между источником и детектором;

- исследование зависимости эквивалентной дозы, полученной биологическим объектом, от времени воздействия γ -излучения на объект.

Схема установки показана на рис. 5.

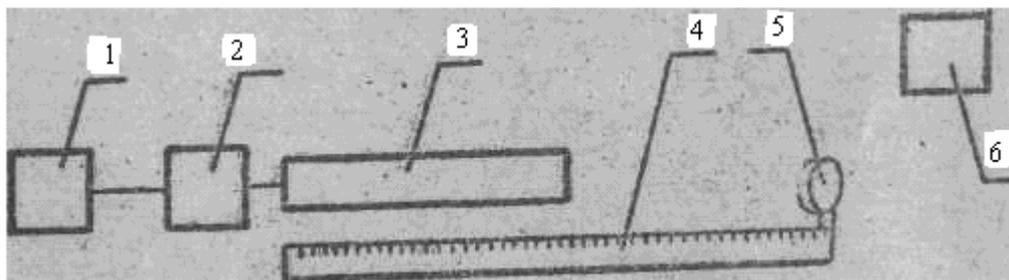


Рис. 5. Схема установки:

1 – блок питания РЦ-85 (сетевой 220 В, 50 Гц); 2 – дозиметр ДРГЗ-02 или ДРГЗ-03; 3 – детектор дозиметра; 4 – измерительная линейка; 5 – источник γ -излучения в предохранительном кожухе; 6 – защитные экраны.

Устройство и работа дозиметров

Дозиметры ДРГЗ-2 и ДРГЗ-03 предназначены для измерения мощности экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучения. Дозиметры применяются для измерения характеристик полей рентгеновского и γ -излучения в лабораторных и производственных условиях.

Дозиметры сохраняют работоспособность в интервале температур от -10 до $+40$ $^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха до 90% при температуре $+30$ $^{\circ}\text{C}$.

Диапазон измерений мощности экспозиционной дозы дозиметров составляет:

ДРГЗ-02 – от 0 до $25,8 \cdot 10^{-9}$ А/кг (от 0 до 100 мкР/с);

ДРГЗ-03 – от 0 до $258 \cdot 10^{-9}$ А/кг (от 0 до 1000 мкР/с).

Конструктивно дозиметры выполнены в виде двух узлов: пульта и блока детектирования, соединенных кабелем.

Блок детектирования выполнен в виде стального цилиндра, который служит защитой фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) от магнитных полей. Дополнительно для защиты ФЭУ от магнитных полей используется пермаллоевый экран, который приклеивается к внутренней части цилиндра. На переднем торце цилиндра смонтирован световой затвор, обеспечивающий перекрытие светового потока от воздухозэквивалентного сцинтиллятора и возможность компенсации темнового тока фотоэлектронного умножителя при наличии γ -фона.

На передний торец цилиндра наворачивается стакан из воздухоэквивалентной пластмассы. На блоке детектирования нанесена гравировка, указывающая положение светового затвора «ОТКРЫТО-ЗАКРЫТО». В стакане

установлены воздухоэквивалентный сцинтиллятор толщиной 20 мм и полый световод, стенки которого покрыты отражателем. При этом расстояние между нижней поверхностью сцинтиллятора и поверхностью затвора составляет около 30 мм, что обеспечивает хорошую изотропность блока детектирования.

В нижней части стального цилиндра смонтирована схема выпрямителя с умножением напряжения, выполняющая также роль делителя напряжения для питания фотоэлектронного умножителя. В нижней торцевой части имеется сальниковый вывод для кабеля, при помощи которого блок детектирования соединен с пультом управления.

Конструктивно пульт управления (рис. 6) состоит из крышки, дна и корпуса. Верхняя часть пульта – крышка образует с шасси каркас, на котором смонтирована вся схема пульта. На крышке смонтированы: усилитель постоянного тока на транзисторе VT1, помещенный в металлический экран, плата преобразователя напряжения, переменный резистор УСТ.НУЛЯ, два переключателя режимов работы S1 и S2, сальниковый вывод под кабель, два штыря питания от сети, измерительный P1.

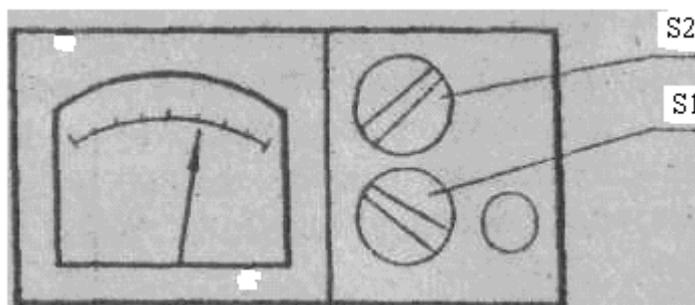


Рис. 6. Пульт управления

В нижней части шасси расположены элементы регулировки чувствительности и один из взаимозаменяемых блоков питания (от сети переменного тока 220 В 50 Гц или на элементах РЦ-85).

Порядок выполнения работы

1. Установите переключатель S1 в положение «УСТ.НУЛЯ».
2. Переключатель S2 установите в положение «ПИТ». Стрелка измерительного прибора должна показывать по нижней шкале напряжение (7,5-9) В (предел напряжения ЗОВ).
3. Установите переключатель S2 в положение «ИЗМЕРЕНИЕ».
4. После трехминутного прогрева установите переключатель S1 в необходимое для работы с контрольным источником положение. Закройте световой затвор с помощью потенциометра «УСТ.НУЛЯ» установите стрелку прибора на нулевую отметку шкалы, после чего затвор откройте.
5. Установите блок детектирования торцом в контролируемую зону. Установив расстояние между источником и детектором не менее 80 см,

снимите суммарное значение фона, обусловленного несовершенством конструкции радиометра и естественного радиационного фона. Измерение повторите не менее 5 раз.

6. Снимите предохранительную крышку с источника, установите расстояние между источником и детектором равным 0 см и снимите зависимость мощности экспозиционной дозы от расстояния между детектором и источником (до 80 см включительно), по мере необходимости увеличивая чувствительность радиометра переключением пределов измерения.

7. Установите защитный экран вплотную между источником излучения и детектором на расстоянии, равном толщине защитного экрана. Повторите измерение для всех трех защитных экранов.

8. Закройте источник излучения предохранительной крышкой, переведите переключатель рода работы в положение «Выкл.» и выключите источник питания.

Обработка результатов

1. Результаты измерений по пункту 5 внесите в табл. 1 (приложения). Определите среднее значение суммарного фона P_{ϕ} .

2. Результаты измерений по пункту 6 внесите в табл. 2 (приложения). Найдите разность $\Delta P(x)$ значения мощности экспозиционной дозы $P(x)$ и среднего значения фона P_{ϕ} :

$$\Delta P(x) = P(x) - \bar{P}_{\phi}.$$

Постройте в логарифмическом масштабе зависимость:

$$\Delta P(x) = \Delta P(o) \cdot e^{-\mu x}.$$

Найдите значение линейного коэффициента поглощения излучения μ в воздухе, определив угловой коэффициент наклона графика к оси x .

3. Результаты измерения по пункту 7 внесите в табл. 3 (приложения). Определите линейные коэффициенты поглощения излучения в веществе экранов.

$$\mu = \mu_{\phi} + \frac{1}{d} \ln \left[\frac{\Delta P(d)}{\Delta P_{\phi}(d)} \right].$$

4. Заполните табл. 4 (приложения), учитывая что источником излучения является γ -источник, испускающий фотоны с энергией 1,0 МэВ. Сделайте выводы по проделанному заданию (делается на обратной стороне приложения).

Контрольные вопросы

1. Объясните физику α , β и γ -излучений.
2. Что такое коэффициент риска? Перечислите значения коэффициентов риска для различных органов человека.
3. Объясните что такое экспозиционная, поглощенная и эквивалентная доза и их единицы?

4. Какой допустимый уровень ионизирующих излучений должен быть на рабочих местах при поглощенной дозе?
5. Для какой группы лиц обязателен индивидуальный дозиметрический контроль?
6. Какая предельная доза облучения допустима для работающего с источником ионизирующего излучения к 30-летнему возрасту?
7. Назовите основные документы, регламентирующие действие ионизирующих излучений?
8. Назовите основные категории облучаемых лиц и группы критических органов?
9. Объясните общее устройство дозиметров.
10. Продемонстрируйте порядок работы с дозиметром.

Литература

1. СП 2.6.1-758-99. Нормы радиационной безопасности НРБ-99.- М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999.
2. Иванов В.И. Курс дозиметрии. - М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. - М.: Высшая школа, 1982.
4. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для студентов средних профессиональных учебных заведений/С.В. Белов., В.А. Девисилов, А.Ф. Кузьяков и др. Под общ. ред. С.В. Белова. — М.: Высшая школа, 2004.
5. Безопасность жизнедеятельности/Под ред. О.Н. Русака. —С-Пб.: ЛТА, 1996.
6. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л., Сердюк Н.И. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. —М.: Высшая школа, 2002.
7. Кукин П.П., Лапин В.Л., Попов В.М., Марчевский Л.Э., Сердюк Н.И. Основы радиационной безопасности в жизнедеятельности человека. — Курск: МГАТУ, КГТУ, 1995.
8. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие/Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.И.Сидорова. –М.: КНОРУС, 2007.

Приложение

Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова

Кафедра «Теплотехника и безопасность жизнедеятельности»

Работа принята

_____ 200 г. Отчет студента _____ гр. _____

Подпись преподавателя

Лабораторная работа 17

«Исследование основных методов защиты от действия внешнего ионизирующего излучения»

Результаты измерений

Таблица 1

Определение \bar{P}_ϕ

№	1	2	3	4	5
P_ϕ , мкР/с					

$$\bar{P}_\phi = \sum_{i=1}^5 P/S, \text{ мкР/с.}$$

Таблица 2

Зависимость ΔP от x в воздухе, μ воздуха

x, см	0	0,2	3	5	7	10	15	20	30	40	60	80
$P_{(x)}$, мкР/с												
$\Delta P_{(x)}$, мкР/с												
$\ln \frac{\Delta P_{(x)}}{\Delta P_{(0)}}$												

Таблица 3

Определение линейных коэффициентов поглощения экранов

Вещество	Толщина d, см	P _(d) , мкР/с	Δ P _(d) , мкР/с	$\frac{\Delta P_{(d)}}{\Delta P_{\epsilon(d)}}$	$\frac{1}{d} \ln \left[\frac{\Delta P_{(d)}}{\Delta P_{\epsilon(d)}} \right]$	μ, см ⁻¹
Железо						

Плексиглас						
Свинец						



Таблица 4

Линейные коэффициенты поглощения μ

Вещество	$\mu_{\text{эксперим.}} \text{ 1/см}$	$M_{\text{табл.}} \text{ 1/см}$
Воздух		
Железо		
Плексиглас		
Свинец		