

## **Практическая работа № 12**

### **Определение степени фоновой радиации с помощью дозиметра**

#### **Цель работы**

Целью данной работы является привитие студентам навыков определения радиационной обстановки на местности, в рабочих и жилых помещениях и закрепления теоретических знаний процессов радиационного излучения.

#### **Введение**

Радиоактивность представляет собой самопроизвольный распад атомов радиоактивных химических элементов, сопровождающийся альфа-, бета-, и гамма-излучениями, который при несоблюдении правил радиационной безопасности, может оказать вредное влияние на организм человека путем внутреннего и внешнего облучения. Для характеристики степени вредности ионизирующих излучений принимают специальные физические единицы измерения радиоактивности (кюри, микрокюри и др.).

Для предупреждения возможности переоблучения в России установлен строгий контроль за работой с радиоактивными веществами и за радиоактивностью различных объектов внешней среды: воздуха, воды, почвы и т.д. Для измерения степени радиоактивности применяют радиометрический метод, результаты которого сравнивают с соответствующими гигиеническими нормами, приведенными в Нормах радиационной безопасности (ПРБ-69).

Для определения содержания в воздухе радиоактивных веществ применяют аспирационный метод отбора проб. Отбор проб производят путем фильтрации воздуха через фильтры из синтетических материалов, например через фильтры типа ФПП-15 (перхлорвиниловые фильтры).

Радиоактивные вещества распадаются со строго определенной скоростью, измеряемой периодом полураспада, т.е. временем в течении

которого распадается половина всех атомов. Радиоактивный распад не может быть остановлен или ускорен каким-либо способом.

Всякое излучение радиоактивного вещества подразделяется на:

альфа-излучение ( $\alpha$ -излучение) – поток положительно заряженных частиц (ядер атомов гелия), движущихся со скоростью около  $20 \cdot 10^3$  км/с;

бета-излучение ( $\beta$ -излучение) – поток отрицательно заряженных частиц (электронов), движущихся со скоростью около  $200 \cdot 10^3$  км/с;

гамма-излучение ( $\gamma$ -излучение) представляет собой коротковолновое электромагнитное излучение. По свойствам оно близко к рентгеновскому, но обладает значительно большей скоростью и энергией (оно распространяется со скоростью света).

Ионизирующие излучения (ИИ) имеют способность проникать через материалы различной толщины и ионизировать воздух и живые клетки организма.

Активностью называется мера количества радиоактивного вещества выраженная числом радиоактивных превращений (распадов) в единицу времени. В системе единиц СИ единицу активности принято одно ядерное превращение в секунду (расп./с). Эта единица получила название беккереля (Бк). Внесистемной единицей измерения активности является Кюри (Ки).

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$$

Степень, глубина и форма лучевых поражений, развивающихся среди биологических объектов при воздействии на них ионизирующего излучения, в первую очередь зависят от величины поглощенной энергии излучения. Для характеристики этого показателя используется понятие поглощенной дозы, т.е. энергии, поглощенной единицей массы облучаемого вещества. За единицу поглощенной дозы облучения принимается Грэй (джоуль на килограмм).

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг.}$$

Для характеристики дозы по эффекту ионизации, вызванному в воздухе, используется так называемая экспозиционная доза  $D$  рентгеновского

и  $\gamma$ -излучений, основанная на их ионизирующем действии и выраженная суммарным электрическим зарядом ионов одного знака, образованных в единице объема воздуха в условиях электронного равновесия.

Внесистемной единицей экспозиционной дозы рентгеновского и  $\gamma$ -излучения является рентген (Р).

Поглощенная и экспозиционная дозы излучений, отнесенные к единице времени, называются мощностью поглощенной и экспозиционной доз. Они выражаются соответственно в единицах Гр/с и Р/с (Грей в секунду и Рентген в секунду).

Эквивалентная доза (Н) – основная дозиметрическая величина в области радиационной безопасности, введенная для оценки возможного ущерба здоровью человека от хронического воздействия ионизирующего излучения произвольного состава при значении Н за календарный год не более пяти предельно допустимых доз (ПДД). При облучении живых организмов, в частности человека, возникают биологические эффекты, величина которых при одной и той же поглощенной дозе различна для разных видов излучения. Таким образом, значение поглощенной дозы недостаточно для оценки радиационной опасности. Принято сравнивать биологические эффекты, вызываемые любыми ионизирующими излучениями, с эффектами от рентгеновского и  $\gamma$ -излучений. Коэффициент, показывающий во сколько раз радиационная опасность для данного вида излучения выше, чем в случае рентгеновского излучения при одинаковой поглощенной дозе, называется коэффициентом качества излучения (К). для рентгеновского и  $\gamma$ -излучения  $K=1$ . Для всех других ионизирующих излучений К устанавливается на основании радиобиологических данных. Эквивалентная доза равна произведению поглощенной дозы Д на средний коэффициент качества ионизирующего излучения К в данном элементе объема биологической ткани:

$$H = K * D$$

Эквивалентная доза может измеряться в тех же единицах, что и поглощенная. Существует специальная единица эквивалентной дозы – бэр, эквивалентная доза в 1 бэр соответствует поглощенной дозе в 0,01 Гр при  $K=1$ .

В системе единиц СИ за единицу эквивалентной дозы принят зиверт (Зв).

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр.}$$

Мощность эквивалентной дозы  $H$  – отношение приращения эквивалентной дозы  $dH$  за интервал времени  $dt$  к этому интервалу времени:

$$H = \frac{dH}{dt}.$$

В системе единиц СИ за единицу мощности эквивалентной дозы принят зиверт в секунду (Зв/с).

$$1 \text{ Зв/с} = 100 \text{ бэр/с.}$$

Приближенно можно принять, что  $1 \text{ Зв/с} = 100 \text{ Р/с}$  или  $\text{мкЗв/с} = 100 \text{ мкР/с}$ .

Уровень ионизирующих излучений, не вызывающий в состоянии здоровья неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами, составляет 0,6 мк Зв/ч (60 мкР/ч).

Наибольшая чувствительность к радиоактивным излучениям у белых кровяных телец и у половых клеток. Очень чувствительны к действию радиации органы кроветворения, эпителий желудочно-кишечного тракта. Центральная нервная система чувствительна к действию даже незначительных доз радиации.

Человек наиболее устойчив к облучению в возрасте 25-30 лет. Биологическое воздействие излучения на организм характеризуется биологической дозой, единица измерения – бэр.

Предельно допустимые уровни облучения регламентированы санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений № 336-60 (ПДУ - 1960).

Установлены уровни для трех категорий облучения.

## Предельно допустимые уровни облучения.

Категория облучения	Внешнее облучение всего организма	
	бэр/нед.	бэр/год
А – профессиональное облучение	0,1	5,0
Б – облучение в смежных помещениях и в пределах санитарно-защитной зоны	0,01	0,5
В – облучение всего населения	0,001	0,05

Суммарная доза к 30 годам при всех случаях не должна превышать 60 бэр. При необходимости для лиц в возрасте старше 30 лет суммарная годовая доза должна быть увеличена до 12 бэр.

### Методы безопасности при работе с радиоактивными веществами и источниками излучения

1. Работа с радиоактивными изотопами должна проводиться строго в соответствии с санитарными нормами № 333-60.
2. Во время работы излучение следует направлять в сторону земли.
3. Источник удаляют от обслуживающего персонала на наибольшее возможное расстояние.
4. Ограничивают время пребывания людей вблизи источника.
5. Ограждают место работы передвижными ограждениями и защитным экраном.

### Рабочее задание

Необходимо измерить мощность эквивалентной дозы  $\gamma$ -излучения и сравнить ее с естественным фоном Земли.

## Описание прибора

Дозиметр бытовой Мастер-1412112.001 предназначен для контроля радиационной обстановки на местности, в рабочих и жилых помещениях.

Прибор измеряет мощность эквивалентной дозы  $\gamma$ -излучения в диапазоне от 0,1 до 9,99 мкЗв/ч. Основная погрешность измерения мощности  $\pm 30\%$ .

Примечание. Значение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в мкР/ч получают из значения эквивалентной дозы в мкЗв/ч путем умножения последнего на 100.

Включение питания прибора осуществляется автоматически с помощью металлической клипсы, расположенной с тыльной стороны прибора.

На передней панели прибора расположено цифровое табло для индикации результатов измерения и кнопка ПУСК для включения режима измерения.

Счетчик СБМ 20 расположен на цилиндрическом выступе вдоль длинной стороны корпуса прибора.

Рабочее положение прибора – любое.

## Подготовка прибора к работе

Включить прибор, для чего освободить металлическую клипсу от изоляционного материала.

Нажать и отпустить кнопку ПУСК, при этом на цифровом табло должны появиться цифры «0,00», а справа мигающий знак «СЧ».

Для включения прибора необходимо ввести под клипсу изоляционный материал.

## Основные технические характеристики прибора

Наименование	Норма
Диапазон измерения мощности	От 0,1 до 9,99

эквивалентной дозы, мкЗв/ч	
Основная погрешность измерения мощности дозы, %, не более	±30
Диапазон энергии, МэВ	От 0,05 до 1,5
Энергетическая зависимость, %, не более	±45
Время определения мощности дозы, с	36,0 ± 0,5
Типовой ресурс работы от 1 комплекта питания, ч, не менее	300
Нестабильность показаний за 6 ч. Непрерывной работы, %, не более	10
Изменение показаний при изменении температуры окружающей среды, %, не более	±15
Диапазон рабочих температур, °С	От минус 5 до + 40
Напряжение питания, В	6,2 + 0,1
Относительная влажность воздуха, %, при 35°С	80
Габариты, мм, не более	124 x 42 x 22
Срок службы, лет	6
Источник питания	4 элемента СЦ-32 или МЦ-0070

### Порядок работы

Подготовить прибор к работе.

После 36 с., после кратковременного нажатия кнопки ПУСК, отсчет импульсов прекращается, о чем свидетельствует прекращение мигания знака «СЧ».

При включенном питании показания сохраняются до проведения следующего измерения или до выключения прибора.

Для более точного определения мощности эквивалентной дозы необходимо провести несколько измерений и подсчитать среднее

арифметическое значение путем деления суммы всех показаний на их количество.

Для проведения измерений необходимо следить за показаниями на цифровом табло прибора. При превышении мощности эквивалентной дозы более 9,99 мкЗв/ч показания автоматически сбрасываются и продолжают снова со значения 0,00 до истечения времени счета (36с).

### Методика обработки результатов

Установившееся на табло значение показывает мощность эквивалентной дозы  $H$ , мкЗв/ч. Значение мощности экспозиционной дозы мкР/ч получают из эквивалентной дозы в мкЗв/ч путем умножения последней на 100.

### Контрольные вопросы

1. Что такое радиоактивность и в каких физических единицах она измеряется?
2. Что такое период полураспада радиоактивного вещества?
3. На какие виды подразделяется излучение радиоактивного вещества?
4. Что такое активность вещества? Единица измерения активности.
5. Что такое поглощенная и экспозиционная дозы?
6. Что такое эквивалентная доза, ее мощность и единица ее измерения?
7. Каков естественный фон радиации?
8. Какую дозу  $\gamma$ -излучения мы измеряем в данной работе?