

Л/р № 20. Измерение радиационного фона.

Цель работы: Получить практические навыки использования бытового дозиметра для измерения радиационного фона.

Оборудование: Индикатор радиоактивности, инструкция для использования дозиметра.

Вводная часть: Работа имеет большое практическое значение так, как в ходе ее выполнения вы освоите приемы использования индикатора радиоактивности для регистрации естественного радиационного фона и оценки радиационной обстановки на местности. Бытовые индикаторы радиоактивности (дозиметры) предназначены для оперативного индивидуального контроля населением радиационной обстановки и позволяют приблизительно оценивать мощность эквивалентной дозы излучения. Доза излучения характеризует меру воздействия ионизирующего излучения и его возможные последствия.

Показания дозиметра нужно интерпретировать в соответствии с методическими указаниями «**ОЦЕНКА ПОКАЗАНИЙ ДОЗИМЕТРА**»

Большинство современных дозиметров измеряют мощность дозы излучения в микрозивертах в час (мкЗв/ч), однако до сих пор широко используется и другая единица измерения - микроレントген в час (мкР/ч). Соотношение между ними 100:1 (1 мкЗв/ч = 100 мкР/ч).

Зиверт (Зв) — единица измерения эффективной и эквивалентной доз ионизирующего излучения в Международной системе единиц (СИ), используется с 1979 г. 1 зиверт — это количество энергии, поглощённое килограммом биологической ткани, равное по воздействию поглощённой дозе гамма-излучения в 1 Гр.

Согласно постановлению главного государственного санитарного врача России за № 11 от 21 апр. 2006 г. «Об ограничении облучения населения при проведении рентгенодиагностических медицинских исследований», п. 3.2, необходимо «обеспечить соблюдение годовой эффективной дозы 1 мЗв». Среднемировая доза облучения от естественных источников, накопленная на душу населения за год, равна 2,4 мЗв, с разбросом от 1 до 10 мЗв.

Основные компоненты:

- 0,4 мЗв от космических лучей (от 0,3 до 1,0 мЗв, в зависимости от высоты над уровнем моря);
- 0,5 мЗв от внешнего гамма-излучения (от 0,3 до 0,6 мЗв, в зависимости от радионуклидного состава окружения -- почвы, строительных материалов и т.п.);
- 1,2 мЗв внутреннего облучения от вдыхаемых атмосферных радионуклидов, главным образом радона (от 0,2 до 10 мЗв, в зависимости от местной концентрации радона в воздухе);
- 0,3 мЗв внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов (от 0,2 до 0,8 мЗв, в зависимости от радионуклидного состава пищевых продуктов и воды).

При однократном равномерном облучении всего тела и неоказании специализированной медицинской помощи смерть в результате острой лучевой болезни наступает в 50 % случаев:

- при дозе порядка 3-5 Зв из-за повреждения костного мозга в течение 30—60 суток;
- 10 ... 15 Зв из-за повреждения желудочно-кишечного тракта и лёгких в течение 10—20 суток;
- более 15 Зв из-за повреждения нервной системы в течение 1—5 суток.



Ход работы:

1. Внимательно изучите инструкцию по работе с индикатором радиоактивности и определите:
 - каков порядок подготовки его к работе;
 - какие виды ионизирующих излучений он измеряет;
 - в каких единицах регистрирует прибор мощность дозы излучения;
 - какова длительность цикла измерения;
 - каков предел допустимой погрешности измерения;
 - расположение и назначение органов управления работой прибора.

По каждому из этих пунктов сделайте в листе отчета соответствующие записи (к последнему пункту схематический рисунок).

2. Произведите внешний осмотр прибора и его пробное включение.

3. Убедившись в работоспособности дозиметра, подготовьте прибор для измерения мощности дозы излучения.

4. Измерьте 8–10 раз уровень радиационного фона D , записывая каждый раз показание индикатора.

5. Вычислите среднее значение радиационного фона: $D_{cp} = (D_1 + D_2 + \dots + D_n)/n$, где n - число произведенных вами измерений.

6. Подсчитайте погрешность ваших измерений. Найдите среднее отклонение

$$\Delta D_{cp} = (|D_{cp} - D_1| + |D_{cp} - D_2| + \dots + |D_{cp} - D_n|)/n$$

7. Запишите результат ваших измерений в виде $D = D_{cp} + \Delta D_{cp}$ в качестве вывода.

Сравните полученное среднее значение фона с величиной естественного радиационного фона, принятой за норму — 0,15 мкЗв/ч. Вычислите значение дозы ионизирующих излучений, которую получит человек в течение года $D_{год}$, при условии, что среднее значение радиационного фона на протяжении года меняться не будет. Полученный результат сопоставьте со значением, безопасным для здоровья человека. Запишите вывод.

Контрольные вопросы:

1. Вы, наверное, заметили, что дозиметр щелкает неравномерно. То несколько раз к ряду, а то вдруг замолчит на некоторое время. Почему?
2. Расположите по степени опасности для человека следующие радиоактивные излучения: γ -излучение, α -излучение, поток позитронов e^+ .
3. Каковы средние эффективные дозы на одного жителя за счет медицинского облучения населения в Санкт-Петербурге в 2006 г. согласно постановлению главного государственного санитарного врача России?
4. Как доза естественного излучения от космических лучей зависит от высоты места над уровнем моря и почему?

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора Института
биофизики Минздрава СССР
академик Л. А. Булдаков.
07.09.1989 г.

ОЦЕНКА ПОКАЗАНИЙ ДОЗИМЕТРА

Дозиметр предназначен для измерения мощности дозы, т. е. дозы за единицу времени. При оценке по показаниям дозиметра опасности облучения помни, что последствия облучения определяются не мощностью дозы, а суммарной полученной дозой, т. е. мощностью дозы помноженной на время, в течение которого облучается человек.

Например, если мощность дозы внешнего излучения составляет 0,11 микрозиверга в час (мкЗв/ч), то облучение в течение года (8800 часов) создаст дозу 1000 мкЗв/ч или 1 миллизиверт (мЗв). Мощность дозы естественного фона составляет около 0,15 мкЗв/ч и в зависимости от местных условий может меняться в два раза. Некоторые горные породы, например, гранит, слабо радиоактивны и поэтому вызывают повышенный уровень излучения. Вплотную к гранитной стене мощность дозы излучения может возрасти на 0,15 мкЗв/ч.

Для населения, проживающего вблизи атомных электростанций и других предприятий, Национальной Комиссией по Радиационной защите (НКРЗ) установлен предел годовой дозы - 5 мЗв. Этому пределу дозы для населения соответствует постоянная в течение года мощность дозы на открытой местности 0,6 мкЗв/ч. С учетом того, что здания ослабляют излучение в два и более раза, мощность дозы на открытой местности может быть 1,2 мкЗв/ч. Если мощность дозы превышает 1,2 мкЗв/ч, рекомендуется удалиться с данного места или оставаться на нем не более полугода за год.

Если мощность дозы превысит 2,5 мкЗв/ч, время пребывания следует ограничить одним кварталом в год, при 7 мкЗв/ч - одним месяцем в год, и т. д. Во всех случаях повышенного уровня внешнего излучения РЕКОМЕНДУЕТСЯ СООБЩИТЬ ОБ ЭТОМ ПРЕДСТАВИТЕЛЯМ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ и получить от них квалифицированные сведения об истинном уровне излучения и рекомендации о поведении в этих условиях.

При помощи дозиметра можно также оценить радиоактивное загрязнение продуктов питания по их внешнему гамма-излучению, Минимальный уровень радиоактивного загрязнения, требующий внимания, в соответствии с рекомендацией НКРЗ установлен в 4 килобеккерела на килограмм (литр) - 4 кБк/кг (л) или $1 \cdot 10^{-1}$ Кюри/кг (л) .

В настоящее время радиоактивное загрязнение вызвано изотопом цезия-137, который концентрируется в молоке и мясопродуктах. Загрязнение им других продуктов питания не оказывает влияния на облучение организма человека, хотя, например, загрязнение грибов может вызвать заметное повышение показаний дозиметра.

Для контроля уровня загрязнения молока или мясопродуктов необходимо дозиметр поместить вплотную левым боком к емкости, содержащей 1 литр молока, или к 1 кг 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 продуктов питания рекомендуется отказаться от их потребления или ограничить потребление вдвое по сравнению с обычным рационом. Если излучение от продуктов питания повысит мощность дозы до 0,3 мкЗв/ч над уровнем фона, потребление таких продуктов должно составлять не более четверти обычного рациона, при 1 мкЗв/ч - не более одной десятой, и т. п.

При обнаружении радиоактивного загрязнения продуктов питания РЕКОМЕНДУЕТСЯ СООБЩИТЬ ОБ ЭТОМ ПРЕДСТАВИТЕЛЯМ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ и получить от них квалифицированный совет и оценку значимости показаний дозиметра.