Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Отчёт

по лабораторной работе №4

«Оценка радиоактивного загрязнения продуктов питания   
и строительных материалов»

Выполнили:

студенты группы 253504

Волчецкий А.М.

Владыко В.Д.

Стасевич В.А.

Минск 2016 г.

Цель: Оценить степень радиоактивного загрязнения продуктов питания и строительных материалов, используемых в практической деятельности.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

1. Естественный фон обусловлен космическим излучением и излучением естественно распределенных природных радиоактивных веществ (в горных породах, почве, атмосфере), а также в тканях человека. Космическое излучение подразделяется на первичное (поток протонов и альфа-частиц, попадающих в земную кору из межзвездного пространства) и вторичное излучение в результате ионизации воздушных слоев атмосферы. Космическое излучение: первичное (поток протонов и альфа-частиц, попадающих в земную кору из межзвездного пространства) и вторичное (ионизация воздушных слоев атмосферы).

2. Пути поступления радионуклидов в организм человека:

1. с воздухом;
2. с водой;
3. с пищей;
4. при добыче полезных ископаемых;
5. при использовании строительных материалов;
6. при сжигании ископаемых материалов.

3. Искусственные источники радиации: АЭС, МРТ, ренген.

4. Радиоактивные вещества – это вещества, обладающие свойством радиоактивности. Радиоактивность – свойство неустойчивых атомных ядер данных химических элементов самопроизвольно превращаться в ядра атомов других химических элементов с испусканием одного или нескольких ионизирующих частиц.

5. Постоянная времени распада - вероятность распада радиоактивных ядер за единицу времени (продолжительность жизни радионуклидов).

6. Т1/2 (период полураспада) – это время, в течении которого исходное количество ядер данного вещества распадается ровно наполовину.

7. Активность радиоактивного вещества (А) – число распадов ядер в единицу времени (скорость распада).

, [A] = Бк (Беккерель)

8. Активность бывает:

1. объемная [Aia] = Бк/л, Бк/, Ku/л;
2. поверхностная [Aз] = Бк/, Ku/;
3. удельная [Am] = Бк/кг, Ku/кг;

9. Ионизирующее излучение – это потоки частиц электромагнитных волн, взаимодействие которых с веществом приводит к ионизации атомов вещества.

10. Виды излучения радиоактивных ядер:

1. α – излучение (ядра атомов гелия) - представляет собой ядро гелия с положительным зарядом. Альфа-частица характеризуется длиной пробега: для воздуха она составляет до 9 см, а в биологической ткани до 10-3 см, а также кинетической энергией в пределах 2…9 МэВ. Проходя через вещество, альфа-частица тормозится за счет ионизации или возбуждения атомов. При этом имеет место потеря кинетической энергии альфа-частицей на единице пути, называемая ионизационными потерями.
2. β – излучение (поток электронов или позитронов) - поток электронов (β − ) или позитронов (β + ), испускаемых веществом при распаде радиоактивного ядра. Бета-частицы характеризуются теми же параметрами, что и альфа-частицы. Пробег бета-частиц в воздухе до 20 м, в биологической ткани – до 1 см. Ионизационные потери бета-частиц меньше по сравнению с альфа-частицами, а их проникающая способность большая. Бета-частицы, проходя через вещество, взаимодействуют также с ядрами вещества. Потери энергии частицы при взаимодействии с ядрами вещества невелики. Это объясняется тем, что масса бета-частицы меньше массы ядра и число ядер в веществе во много раз меньше числа электронов.
3. γ – излучение (поток гамма-квантов или фотонов) – коротковолновое магнитное излучение с длиной волны λ ≤ 10−6 мкм обладает ярко выраженными корпускулярными свойствами, т.е. является потоком гамма-квантов (фотонов), испускаемых при радиоактивном распаде ядра. Энергия гамма-квантов ( Eγ ) составляет от 10 кэВ до 5 МэВ.

11. Проходя через вещество, альфа-частица тормозится за счет ионизации или возбуждения атомов. При этом имеет место потеря кинетической энергии альфа-частицей на единице пути, называемая ионизационными потерями. Большие ионизационные способности альфа-частиц обусловливают их низкую проникающую способность.

12. Тормозное излучение — электромагнитное излучение, испускаемое заряженной частицей при её рассеянии (торможении) в электрическом поле.

13. Фотоэффект имеет место при приблизительном равенстве энергии гамма-кванта  и связи электрона с ядром атома (энергии связи атома ), т.е.

. В этом случае энергия гамма-кванта поглощается атомными электронами, которые могут покинуть пределы атома или сместиться на другие орбиты. В первом случае атом переходит в состояние иона, а во втором – в возбужденное состояние. Ионом называют атом с недостатком или избытком электронов на орбитах. Однако ион или возбужденный атом будет стремиться перейти в нейтральное состояние, испуская при этом квант рентгеновского излучения.

14. Если энергия гамма-квантаэнергии связи атома, основным процессом поглощения гамма-квантов в веществе становится комптоновское рассеяние. В этом случае гамма-квант передает часть энергии свободному электрону, изменяет первоначальное направление и с меньшей энергией продолжает движение, излучая электромагнитную энергию на более длинной волне. Интенсивность комптоновского рассеяния пропорциональна числу свободных электронов в веществе.

15. Если энергия гамма-кванта в 1,02 МэВ больше энергии связи атома, то в кулоновском поле ядра при взаимодействии с ним гамма-кванта образуется пара: электрон-позитрон. Образовавшиеся электрон и позитрон теряют свою энергию на ионизацию атомов вещества. В случае столкновения электрона с позитроном образуется два новых гамма-кванта.

16. Ионизационный метод основан на обнаружении эффекта ионизации атомов вещества под действием ионизирующего излучения. Простейшим ионизационным детектором является ионизационная камера. Она состоит из двух электродов, пространство между которыми заполняется воздухом или другим газом. Для образования электрического поля между электродами к ним прикладывается постоянное напряжение от внешнего источника. Под воздействием ионизирующего излучения происходит ионизация воздуха или газа. При наличии электрического поля в

ионизированном воздухе или газе возникает направленное движение ионов, т.е. через газ проходит электрический ток, называемый ионизационным. Измеряя величину ионизационного тока, можно судить об интенсивности ионизирующего излучения.

17. Ионизационные камеры просты и характеризуются высокой эффективностью регистрации, но имеют недостатки. Так, для измерения полной энергии ионизирующей частицы необходимо, чтобы ее пробег целиком уместился в камере. Ионизационные камеры чувствительны к помехам.

Недостатки ионизационных камер в значительной мере преодолены в газоразрядных счетчиках. Счетчик Гейгера-Мюллера – с самостоятельным разрядом, т.е. ток в нем поддерживается и после прекращения действия ионизирующего излучения. Характерной особенностью такого счетчика является необходимость гашения самостоятельного разряда. Гашение производится путем применения специальных электронных устройств или путем ввода в состав газа специальных добавок. Преимущества: высокая чувствительность, возможность регистрировать разного рода излучения, сравнительная простота и дешевизна установки. Недостатки: он не даёт возможность идентифицировать частицы и определять их энергию. Эффективность счётчика зависит от толщины стенок счётчика, их материала и энергии γ-излучения. Наибольшей эффективностью обладают счётчики, стенки которых сделаны из материала с большим атомным номером Z, так как при этом увеличивается образование вторичных электронов. Кроме того, стенки счётчика должны быть достаточно толстыми. Толщина стенки счётчика выбирается из условия её равенства длине свободного пробега вторичных электронов в материале стенки. При большой толщине стенки вторичные электроны не пройдут в рабочий объем счётчика, и возникновения импульса тока не произойдет. Так как γ-излучение слабо взаимодействует с веществом, то обычно эффективность γ-счётчиков также мала и составляет всего 1-2 %.

18. Вещества, испускающие свет под действием ионизирующего излучения, называются сцинтилляторами. Сцинтилляционный метод регистрации радиоактивных излучений основан на изменении интенсивности световых вспышек, возникающих в люминесцирующих веществах при прохождении через них ионизирующего излучения. Количество вспышек пропорционально мощности дозы излучения. Регистрация световых вспышек осуществляется с помощью фотоэлектронного умножителя с регистрирующей электронной схемой. Фотоэлектронный умножитель позволяет преобразовать слабые световые вспышки от сцинтиллятора в большие электрические импульсы.

**Ход работы:**

Для измерения объемной активности радуонуклидов в пробах строительых материалов сначала мы установили кювету с пробой в свинцовый контейнер и закрыли крышку. Затем нахали кнопку «Проба» и установили время «2 МИН». При этом измерение активности радионуклидов велось по двум каналам: Цезий-137 и Калий-40. Окончание процесса измерения подтвердилось звуковым сигналом и индикацией результатов на табло в кБк/л.

Измеренную объемную активность пересчитываем в удельную активность, используя формулу:

, где

Ауд - удельная активность [кБк/кг],

Аоб - объемная активность [кБк/л],

q - удельный вес материала пробы [кг/л].

Удельный вес пробы рассчитывается по формуле: , где

m – масса пробы [кг],

V – объем пробы [л] (в нашем случае во всех пробах V = 0,5 л).

Результаты всех замеров и проведенных операций занесем в таблицу 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ пробы** | **Вид**  **пробы** | **ФОН** | | **ПРОБА** | | | | | **ВЫВОД (класс использования)** |
| **Cs**  [Aоб]= кБк/л | **K**  [Aоб]= кБк/л | **q**,  кг/л | **Cs** | | **K** | |
| [Aоб]= кБк/л | [Aуд]= кБк/кг | [Aоб]= кБк/л | [Aуд]= кБк/кг |
| 1 | Мел | 0,512 | 0,176 | 1,43 | 0,144 | 0,1 | 0,56 | 0,39 | 2, 3 |
| 2 | Гравий | 0,512 | 0,176 | 1,7 | 0,082 | 0,05 | 1,35 | 0,8 | 3 |
| 3 | Мраморная крошка | 0,512 | 0,176 | 1,5 | 0,044 | 0,03 | 0,19 | 0,13 | 1, 2, 3 |

Таблица 1.

Сравнив полученные результаты с предельно допустимым уровнем удельной активности в строительных материалах, сделаем вывод.

Удельная активность естественных радионуклидов в строительных материалах не должна превышать:

1. Для материалов, использующихся во вновь строящихся жилых и общественных зданиях (1 класс) – 370 Бк/кг;
2. Для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (2 класс) – 740 Бк/кг;
3. Для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (3 класс) – 1350 Бк/кг.

Вывод: в результате проведения лабораторной работы были изучены материалы по радиоактивности , а так же принцип работы приборов радиометров, в частности РУГ91 «Адани». На основе полученных результатов сделали заключение, что мел можно использовать только в дорожном строительстве. Гравий также можно использовать в дорожном строительстве, однако, только вне населенных пунктов. В мраморной крошке удельная активность естественных радионуклидов достаточно мала, что дет нам возможность использовать как для постройки жилых и общественных зданий, так и в дорожном строительстве.