

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра морфологии

В.Е. Середняков

Радиационная экология

Практикум

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов специальности Экология*

Ярославль 2006

УДК 654.191+574
ББК Е 081.2я73
С 32

Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2006 года

Рецензент
кафедра морфологии ЯрГУ им. П.Г. Демидова

Середняков, В.Е. Радиационная экология: практикум
С 32 / В.Е. Середняков; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль : ЯрГУ,
2006. – 60 с.

Практическое руководство к лабораторным и практическим занятиям по радиационной экологии предназначено для студентов специальности 013100 Экология (дисциплина Радиационная экология, блок ОПД), очной и заочной форм обучения.

УДК 654.191+574
ББК Е 081.2я73

© Ярославский государственный университет
им. П.Г. Демидова, 2006
© В.Е. Середняков, 2006

Занятие 1. Способы индикации и замеров радиации. Освоение приборов

Контрольные вопросы:

1. Основные способы индикации ионизирующих излучений.
2. Принцип работы и основные недостатки фотографического метода индикации.
3. Принцип работы и основные недостатки химического метода.
4. Принцип работы и основные недостатки электростатического метода.
5. Принцип работы и основные недостатки сцинтилляционного метода.
6. Принцип работы и основные недостатки ионизационного метода.
7. Принцип работы и основные недостатки косвенных методов.
8. Радиометрия. Причины погрешностей при измерениях.
9. Единицы измерений радиоактивного загрязнения, единицы мощности и дозы излучения, уровень радиации и соотношения между ними.
10. Зоны радиоактивного загрязнения, их классификация.
11. Зависимость мощности излучения от расстояния до источника.

Принципы работы штатных дозиметрических приборов. Принципы обнаружения ионизирующих (радиоактивных) излучений (нейтронов, протонов, электронов, тяжелых ионов, альфа-частиц и гамма-лучей) основаны на способности этих излучений ионизировать вещества среды, в которой они распространяются. Ионизация, в свою очередь, является причиной физических и химических изменений в веществе, которые могут быть обнаружены и измерены. К таким изменениям среды относят: засвечивание фотоматериалов; улучшение электропроводимости веществ и люминесценция некоторых из них; изменение цвета, окраски или прозрачности отдельных химических растворов; изменение сопротивления газов электрическому току. Соответственно методы обнаружения и измерения ионизирующих излучений таковы: фото-

графический, химический, электростатический, сцинтилляционный и ионизационный.

Фотографический метод основан на почернении фотоэмульсии, видимом после проявления. Под воздействием ионизирующих излучений молекулы бромистого серебра в эмульсии распадаются, и серебро выпадает в осадок. Образовавшиеся кристаллики металлического серебра и обуславливают почернение фотоматериалов при их проявлении (чем больше энергии излучения поглощено, тем больше степень почернения). Сравнив степень почернения фотоматериалов с эталоном, можно определить дозу поглощенного излучения и его мощность. На этом принципе основана работа индивидуальных фотодозиметров.

Химический метод базируется на изменении структуры некоторых растворенных веществ под воздействием ионизирующих излучений. Так, хлороформ в воде при облучении разлагается с образованием соляной кислоты, которая меняет цвет или насыщенность цвета индикатора в зависимости от количества ионов водорода. По интенсивности окраски судят о дозе облучения (поглощенной энергии). На этом принципе основаны химические дозиметры ДП-70.

Электростатический метод. На подвижный и неподвижный электроды, помещенные в герметичный цилиндр, на изоляторах подают напряжение. В результате взаимодействия зарядов на оси подвижного электрода появляется вращающий момент, пропорциональный поданному напряжению и уравновешенный пружиной. При ионизации газа, заполнившего цилиндр, возникает электрический ток, который уменьшает имеющийся потенциал и соответственно вращающий момент. При этом подвижный электрод, соединенный со шкалой, поворачивается, так как действие пружины становится сильнее отталкивающего электростатического момента. Закрепленная на подвижном электроде платиновая нить видна на оптической шкале дозиметра.

Сцинтилляционный метод основан на способности некоторых веществ (сернистый цинк, йодистый натрий, вольфрамат кальция, платиносернистый барий, нафталин, антипирин) при попадании ионизирующих частиц в их кристаллы давать вспышки. Количество вспышек пропорционально дозе и мощности излучения и реги-

стрируется с помощью фотоэлектронных умножителей (ФЭУ). На этом принципе основана работа сцинтилляционных дозиметров.

Ионизационный метод. Под воздействием излучений в изолированном объеме происходит ионизация газа: электрически нейтральные атомы (молекулы) газа разделяются на положительные и отрицательные ионы. Если в этот объем поместить два электрода, к которым приложено постоянное напряжение, то между электродами при ионизации газа возникает направленное движение заряженных частиц – электрический ток, называемый ионизационным. Измеряя этот ток, можно судить об интенсивности ионизирующих излучений. Этот принцип лежит в основе работы счетчика Гейгера, который входит в состав большинства современных дозиметров. Например, ДП-5В, ДП-3Б, бытовые дозиметры Белла и РКСБ-104. Газоразрядный счетчик выполнен в виде металлического или стеклянного цилиндра, покрытого изнутри слоем меди (отрицательный заряд), имеющего внутри нить (анод) и заполненного аргоном, неоном или парами брома. Напряжение между электродами от 400 до 1 000 вольт. При пролете радиоактивных частиц через цилиндр происходит ионизация газа, и в электрическом поле появляется движение ионов, то есть возникает ток ионизации, который можно измерить микроамперметром, (его шкала проградуирована для замера мощности излучения).

Работа 1. Измерители мощности дозы (рентгенометры)

Для работы необходимо: ДП-5В, ДП-3Б.

В настоящее время основным прибором радиационной разведки является измеритель мощности дозы ДП-5В.

Рентгенометр-радиометр ДП-5В (рис. 1) предназначен для измерения на местности уровней гамма-излучения с мощностью от 0,05 мР/час до 200 Р/час (рентгенометр) и для определения степени радиоактивной зараженности людей и поверхностей различных предметов по гамма- и бета-излучению в диапазоне от 0 до 5 000 мР/час (гамма-радиометр).