

## Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
1. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА .....	10
1.1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	10
1.2. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	11
1.3. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА .....	12
1.3.1. План лекционных занятий.....	18
1.3.2. План практических и семинарских занятий.....	19
2. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ .....	20
2.1. Темы для самостоятельной работы.....	20
2.2. Воздействие радиации на животных, растения, микроорганизмы .....	34
2.3. Популяционные реакции на радиоактивное загрязнение .....	38
2.4. Экосистемные реакции на радиационную деформацию среды.....	39
3. САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ.....	59
3.1. Задания для самостоятельного контроля знаний .....	59
3.2. Примерный перечень вопросов к зачету .....	74
ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	79
ГЛОССАРИЙ .....	81

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов специальности 020801.65 Экология и 020802.65 Природопользование разработаны на основании приказа Министерства образования РФ № 14-55-996 ин/15 от 27.11.2002 г. «Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений».

Самостоятельная работа студентов — это способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения, как система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью обучающихся или деятельность студентов по освоению знаний и умений учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа выполняет важные задачи:

- 1) способствует усвоению знаний, обеспечивает формирование профессиональной компетенции будущего специалиста;
- 2) способствует приобретению навыков и практических умений по дисциплинам;
- 3) воспитывает потребность в самообразовании, максимально развивает познавательные и творческие способности личности;
- 4) побуждает к научно-исследовательской работе.

- 5) способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью учебного процесса в подготовке квалифицированных специалистов, способных самостоятельно и творчески решать стоящие перед ними задачи.

В ходе самостоятельной работы студент может:

- освоить теоретический материал по изучаемой дисциплине (отдельные темы, отдельные вопросы тем, отдельные положения и т. д.);
- закрепить знание теоретического материала, используя необходимый инструментарий практическим путем (решение задач, выполнение контрольных работ, тестов для самопроверки);
- применить полученные знания и практические навыки для анализа ситуации и выработки правильного решения (подготовка к групповой дискуссии, подготовленная работа в рамках деловой игры, письменный анализ конкретной ситуации, разработка проектов и т. д.);
- применить полученные знания и умения для формирования собственной позиции, теории, модели (написание выпускной, дипломной работы, научно-исследовательской работы студента).

Формы самостоятельной работы студентов определяются содержанием учебной дисциплины, степенью подготовленности студентов. Они могут быть тесно связаны с теоретическими курсами и иметь учебный или учебно-исследовательский характер.

Самостоятельная работа по дисциплинам учебного плана специальностей 020801.65 Экология и 020802.65 Природопользование предполагает следующие формы работы:

- самостоятельное изучение. Отдельные темы по дисциплинам кафедры выносятся на самостоятельное изучение с указанием литературы и контрольных вопросов к ним. Осуществляется проработка учебного материала в соответствии с графиком самостоятельной работы (по конспектам, учебной и научной литературе). Форма контроля: отчеты на занятии, собеседование, проверка тетрадей, контрольные работы. Данная форма самостоятельной работы студентов предполагает углубленное изучение материала; проработку тем, не входящих в лекционный курс и практические занятия;
- подготовка рефератов, их обсуждение или проверка. Включает написание рефератов, докладов, рецензий, обзора литературы и других видов письменных работ. Преподавателем проводится консультирование в ходе подготовки рефератов по их содержанию и рекомендуется литература. Формы контроля: подготовка и обсуждение докладов, проведение семинаров, «круглого стола». С помощью данной формы самостоятельной работы студентов возможна как более глубокая обработка материала, так и обсуждение проблемных и дискуссионных вопросов дисциплины;

- внеаудиторная самостоятельная работа. Предполагает домашние задания, включающие решение задач, составление схем, глоссариев, расшифровку рисунков. Результаты сдаются на проверку, докладываются на практических занятиях;
- оформление наглядного материала и пособий. Студентами оформляются в аудиториях постоянные и тематические стенды по мере изучения тем курсов, таблицы и другие наглядные пособия;
- работа с литературой. Используются такие формы, как подготовка студентами обзоров новой литературы, выставки книг;
- самостоятельное выполнение заданий на лабораторных и практических занятиях;
- выполнение учебно-исследовательской (на младших курсах) и научно-исследовательской (на старших курсах) работы;
- выполнение различных видов самостоятельной работы во время учебных и производственных практик.

Результаты самостоятельной работы студента контролируются преподавателем. Эти результаты должны оцениваться и учитываться в ходе итоговой аттестации студента по изучаемой дисциплине.

Используемые формы контроля:

- ✓ тестирование;
- ✓ проверка контрольных работ, задач;
- ✓ доклад по самостоятельно изученной теме;
- ✓ отчеты на занятии, собеседование, проверка тетрадей.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Для того чтобы самостоятельная работа студента была эффективной, необходимо выполнить ряд условий, к которым можно отнести следующие:

1. Обеспечение правильного сочетания объема аудиторной и самостоятельной работы.
2. Методически правильная организация работы студента в аудитории и вне ее.
3. Обеспечение студента необходимыми методическими материалами с целью превращения процесса самостоятельной работы в процесс творческий.
4. Контроль за ходом самостоятельной работы и меры, поощряющие студента за ее качественное выполнение.

Перечисленные условия были учтены при составлении данного методического пособия.

Данные методические рекомендации знакомят студентов:

- с системой форм и методов обучения в вузе, научной организацией труда, методикой самостоятельной работы, критериями оценки качества выполняемой самостоятельной работы;
- с целями, средствами, трудоемкостью, сроками выполнения, формами контроля самостоятельной работы студентов.

- Данные методические рекомендации
- формируют умения поиска оптимальных вариантов ответов, расчетов, решений;
- развивают навыки научного исследования;
- развивают навыки работы с учебником, классическими первоисточниками и современной научной литературой;

Преподаватель, руководящий самостоятельной работой студентов;

- проводит групповые и индивидуальные консультации по методике самостоятельной работы;
- осуществляет систематический контроль выполнения студентами графика самостоятельной работы;
- проводить анализ и дает оценку выполненной студентами работы.

# **1. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

## **1.1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Цель изучения данного предмета — формирование знаний об основных принципах образования и распространения радиационного загрязнения и дезактивации загрязненных территорий.

Задачи курса:

- развивать представления о строении ядра атома, видах радиоактивного распада, свойствах и видах ионизирующих излучений и радиоизотопов;

- способствовать формированию знаний об основных принципах дезактивации и профилактики радиационного загрязнения экосистем, фито- и зооценозов, а также их отдельных компонентов;

- способствовать формированию знаний о клеточно-молекулярных механизмах и популяционных эффектах воздействия ионизирующего излучения на человека;

- способствовать формированию знаний о методах радиационного контроля;

- способствовать формированию знаний о радиологических проблемах ядерной энергетики, типах ядерных реакторов, добыче и переработке ядерного топлива, переработке и захоронению ядерных отходов;

- способствовать формированию умений по расчету индивидуальных и коллективных дозовых пределов облучения, индивидуальных доз облучения;

- способствовать формированию умений обращения с санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и нормами радиационной безопасности;

- воспитывать ответственное отношение к природе, чувство профессионального и гражданского долга;



– научить дальнейшему использованию полученных знаний о нормативных, организационных и технических основах обеспечения радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующего излучения.

Изучение данной дисциплины во многом опирается на знания наук эколого-биологического и физико-географического цикла («Общая физика», «Экология человека», «Прикладная экология» и др.), что необходимо учитывать при овладении курсом.

## **1.2. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Изучение учебной дисциплины «Радиационная экология» рассчитано на один семестр. Дисциплина включает следующие формы учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, практические и семинарские занятия, самостоятельная работа.

Итоговый контроль знаний в виде зачета.

Виды учебной работы	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Лекции	28	10
Лабораторные занятия	28	0
Практические и семинарские занятия	14	4
Самостоятельная работа студентов	30	86
Вид контроля	зачет	зачет

### **1.3. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

#### **Раздел 1. Основные понятия радиационной экологии**

##### **1.1. Наука радиоэкология. Основные понятия. Космическое излучение**

Предмет радиоэкологии, задачи, структура, связь с другими науками. Радиация как экологический фактор. Основные понятия радиоэкологии.

Единицы измерения радиоактивности. Методы. История развития ядерной физики как основы радиоэкологии.

Радиоактивное загрязнение. Радиационный фон Земли. История появления. Космическое излучение. Строение атома. Виды и свойства ионизирующего излучения. Типы радиационного распада.

##### **1.2. Естественный радиационный фон Земли. Естественные радионуклиды и аномальные зоны**

Естественный радиационный фон Земли, его составляющие. История появления естественного радиационного фона. Аномальные зоны повышенного естественного радиационного фона, причины их появления, компоненты. Эволюционные аспекты радиоэкологии.

Аномальные зоны повышенной естественной радиоактивности среды. Космическое излучение: его природа. Зависимость его проявления от факторов. Геологические функции естественного радиационного фона Земли.

Характеристика естественных радионуклидов: калий-40, радий-226, уран-238, торий-230 и радон-222, тритий, углерод-14. Проблема загрязнения радоном. Характеристика радона-222. Последствия, причины загрязнения, факторы риска, содержание в разных помещениях.

### **1.3. Антропогенный радиационный фон Земли**

Антропогенный радиационный фон Земли, его источники и составляющие (искусственная концентрация естественных нуклидов, радионуклиды ядерно-энергетического происхождения, искусственные лучевые нагрузки).

Источники и пути поступления искусственных нуклидов в биосферу.

Экологические особенности и характеристика искусственных радионуклидов: стронций-90, цезий-135, плутоний-239(240), нептуний, америций, кюрий, йод-131(129).

### **1.4. Аномальные антропогенные территории повышенной радиоактивности**

Аномальные территории повышенного антропогенного радиационного фона. Характеристика территорий ядерных взрывов. Загрязнение атмосферы (тропосферы и стратосферы) в результате атомных взрывов.

Радиоактивное загрязнение вследствие нормальной работы АЭС, исследовательских реакторов и других объектов.

Аварийное радиоактивное загрязнение среды. Понятие и классификация радиационных аварий на АЭС. Последствия аварий АЭС. Проблемы безопасности АЭС. Прочие источники антропогенного радиоактивного загрязнения.

Авария на Чернобыльской АЭС. Причины, ход событий. Медицинские и экосистемные последствия. Меры дезактивации.

Проблемы радиозагрязнения областей России, регионов СНГ (Казахстан, Грузия, Украина, Белоруссия) и зарубежных стран. Радиозагрязнение Кировской области.

## **Раздел 2. Радиационная биология**

### **2.1. Воздействие ионизирующих излучений на организм**

Общие понятия радиобиологии, эффекты облучения и их виды. Механизм действия радиации на живые организмы: первичное воздействие.

Клеточно-молекулярные реакции и их последствия, реакции организма (лучевая болезнь). Воздействие ионизирующих излучений на организм.

Понятие об эффектах облучения. Зависимость последствий облучения от различных факторов. Критические системы организма.

Клеточно-молекулярные механизмы облучения. Первичное звено, вторичные реакции, фотоэффект, эффект резонанса, цитохромный эффект, повреждения генома.

Организменные реакции при местном и общем, хроническом и остром облучении. Лучевая болезнь: этапы ее развития.

### **2.2. Воздействие радиации на животных, растения, микроорганизмы**

Радиоэкология особей. Пути поступления радионуклидов в растения, в организм водных, сухопутных, холоднокровных и теплокровных животных.

Коэффициенты концентрации и распределение продуктов радиоактивного распада. Сравнительная радиочувствительность организмов, ее зависимость от различных факторов.

Пути поступления и выведение продуктов радиоактивного деления в организмы. Поведение долгоживущих радионуклидов в организме животных, растений, грибов.

Накопление радионуклидов растениями, грибами, основными группами животных: червями, моллюсками, членистоногими, млекопитающими, птицами, амфибиями и рептилиями.

### **2.3. Популяционные реакции на радиоактивное загрязнение**

Радиоэкология популяций. Условия накопления радионуклидов в популяциях. Действие радиоизотопов на популяцию.

Реакции человеческой популяции: энергоемкая детоксикация, реорганизация обмена веществ. Популяционный фенотип.

Закономерности накопления радионуклидов в популяциях животных в зависимости от местных условий, влияние ионизирующего излучения на поведение животных, на изменчивость в популяциях.

Сезонные изменения в концентрации радионуклидов.

### **2.4. Экосистемные реакции на радиационную деформацию среды**

Биологические и экологические последствия радиационных воздействий в экосистемах. Коэффициенты накопления и наблюдаемые отношения.

Пути миграции и коэффициенты накопления основных радионуклидов в трофических цепях. Экосистемные реакции на радиационную деформацию среды. Их роль, последствия, зависимость от различных факторов.

Миграция радионуклидов в трофических цепях основных экосистем: морских, пресноводных, наземных.

Экосистемные воздействия техногенных радиационных и токсикохимических факторов.

### **Раздел. 3. Проблемы радионуклидного загрязнения среды**

#### **3.1. Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно-энергетического происхождения в атмосфере и почве**

Распределение радиоактивных изотопов в разных слоях атмосферы. Характеристики накопления радионуклидов в почвах, их зависимость от свойств почвы.

Суммарная радиационная (сорбционная) емкость почвы. Скорость накопления. Поведение долгоживущих радионуклидов в почве.

Закономерности перемещения. Особенности загрязнения почв стронцием, цезием, плутонием.

#### **3.2. Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно-энергетического происхождения в воде**

Поведение радионуклидов в пресной и морской воде, в прибрежных районах. Скорость миграции и коэффициент накопления.

Экосистемные воздействия техногенных радиационных и токсикохимических факторов.

#### **3.3. Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики и оружия**

Проблемы безопасности атомной энергетики. Аварии на АЭС, ядерные отходы, взрывы ядерного оружия и их последствия.

Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики: проблема РАО и МРО, демонтажа АЭС, переработки ТВЕЛ.

Проблемы безопасности имеющихся АЭС. Загрязнение атмосферы при работе АЭС и предприятий по переработке ядерного топлива.

## **Раздел 4. Радиационное нормирование и защита населения**

### **4.1. Радиационное нормирование и безопасность**

История нормирования радиации. Современные теоретические представления о пределах радиационной безопасности.

Нормы радиационной безопасности, принятые в России, и их оценка. Эквивалентная и эффективная дозы, основные пределы доз, пределы годового поступления.

Принципы радиационной безопасности и нормирования (НРБ-99). Взвешивающий коэффициент, дозы облучения. Группы облучаемых лиц и классы нормативов.

Современные теоретические представления о пределах радиационной безопасности. Основные пределы доз, предел годового поступления, среднегодовые допустимые объемные активности, уровни вмешательства.

### **4.2. Противорадиационная защита населения**

Медико-административные меры радиационной защиты населения. Критерии оценок реакций, профилактические меры.

Формы противорадиационной защиты: защита временем, расстоянием, экранированием.

Противорадиационная защита: введение конкурентов, введение мишеней, ионная защита. Накопление радионуклидов в продуктах питания. Источники поступления.

Фармако-диетическая защита населения. Профилактические мероприятия и защита населения в случае радиационных аварий.

### **4.3. Радиационно-экологический контроль, прогнозирование и профилактика последствий радиоактивного загрязнения среды**

Особенности построения радиационно-экологического контроля и профилактических мер при загрязнении лесных массивов и водоемов. Ликвидация последствий радиоактивного загрязнения. Радиационный мониторинг, биомониторинг (цели, принципы, методы). Биоиндикация радиоактивных загрязнений.

#### **1.3.1. План лекционных занятий**

- 1) Введение в радиоэкологию. Основные понятия.
- 2) Радиация как экологический фактор. Основные понятия радиоэкологии.
- 3) Единицы и дозы измерений радиоактивности.
- 4) Характеристика радиоактивных семейств.
- 5) Радиоактивность оболочек Земли.
- 6) Воздействие ионизирующего излучения на организм человека.
- 7) Воздействие радиации на животных, растения, микроорганизмы.
- 8) Популяционные и экосистемные реакции на радиоактивное загрязнение.
- 9) Поведение долгоживущих радионуклидов ядерно-энергетического происхождения в атмосфере, почве и воде.
- 10) Применение радиоизотопов в промышленности.
- 11) Радиоэкологические проблемы использования ядерного оружия.
- 12) Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики. Аварии АЭС.
- 13) Проблема радиоактивных отходов и металлоемкого оборудования.



### 1.3.2. План практических и семинарских занятий

1. Экологическая характеристика естественных радионуклидов.
2. Экологическая характеристика искусственных радионуклидов.
3. Естественный радиационный фон (ЕРФ).
4. Антропогенный радиационный фон (АРФ).
5. Экскурсия в радиологический отдел ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области».
6. Решение задач на тему «Радиоактивный распад».
7. Решение задач на тему «Нахождение доли изотопа в смеси» и «Радиационная безопасность».
8. Решение задач на тему «Радиационная безопасность» и «Радиационное нормирование».
9. Контрольное решение задач.
10. Закономерности накопления радионуклидов в экосистемах.
11. Экологические проблемы применения ядерного оружия (на примере Хиросимы и Нагасаки).
12. Авария на ЧАЭС — причины и экологические последствия.
13. Авария на ЧАЭС.
14. Медицинские последствия аварии на ЧАЭС.
15. Проблемы ядерной энергетики в России и странах СНГ.
16. Профилактика и контроль радиоактивного загрязнения среды.
17. Радиационный мониторинг.
18. Радиационное нормирование.
19. Фармакодиетическая защита населения от радиации.
20. Противорадиационная защита населения.
21. Итоговое занятие.

## 2. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Темы для самостоятельной работы

#### Раздел 1. Основные понятия радиационной экологии

##### 1.1. Наука радиоэкология. Основные понятия.

##### Космическое излучение

#### Тема 1. Методы изучения в радиационной экологии

##### Задание

1. Изучите данные литературы, выпишите основные методы изучения в радиационной экологии.

2. Сравните методы изучения радиационной экологии, ядерной физики и общей экологии. Представьте сравнение методов в виде таблицы:

Таблица 1

Сравнение методов изучения объекта

Применяемые методы	Особенности методов в разных науках		
	Радиационная экология	Ядерная физика	Общая экология

##### Вопросы для самоконтроля

- ✓ Какие методы применяются в радиационной экологии для изучения биологических эффектов облучения?
- ✓ В чем преимущество метода наведенных радиополей?

## **Литература**

Пивоваров, Ю.П. Радиационная экология [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. — М.: Изд. центр «Академия», 2004. — 240 с.

Старков, В.Д. Основы радиационной экологии [Текст]: учеб. пособие / В. Д. Старков. — Тюмень: ИПП «Тюмень», 2001. — 208 с.

## **Тема 2. История развития радиоэкологии**

### **Задание**

1. Используя данные литературы, составьте конспект по данной теме

2. Ответьте на вопросы для самоконтроля.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие события наиболее сильно повлияли на развитие ядерной физики?
2. Почему история развития ядерной физики является основой развития радиоэкологии?
3. С какого времени ядерная физика дала начало новой науке — радиационной экологии? В чем проявляется их сходство и различие?
4. Как вы считаете, какова в будущем роль радиационной экологии?

## **Литература**

Пивоваров, Ю.П. Радиационная экология [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. — М.: Изд. центр «Академия», 2004. — 240 с.

Мухин, К.Н. Введение в ядерную физику [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / К.Н. Мухин. — М.: Атомиздат, 1965. — 720 с.

Сивухин, Д.В. Атомная и ядерная физика [Текст]: учеб. пособие для вузов / Д.В. Сивухин. — М.: Наука, 1989. — 416 с.

### **Тема 3. Основные понятия радиозкологии**

**Основные понятия:** *электрон, ядро атомное, протон, позитрон, нейтрон, нейтрино, мезон, мюмезон, альфа ( $\alpha$ )- и бета ( $\beta$ )-частицы, гамма ( $\gamma$ )- и рентгеновы лучи, проникающая способность, ионизирующая способность, удельная ионизация.*

#### **Задание**

- 1) Повторите лекционный материал.
- 2) Составьте глоссарий на тему «Строение ядра атома», «Характеристики излучения».

#### **Литература**

Пивоваров, Ю.П. Радиационная экология [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. — М.: Изд. центр «Академия», 2004. — 240 с.

Мухин, К.Н. Введение в ядерную физику [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / К.Н. Мухин. — М.: Атомиздат, 1965. — 720 с.

Сивухин, Д.В. Атомная и ядерная физика [Текст]: учеб. пособие для вузов / Д.В. Сивухин. — М.: Наука, 1989. — 416 с.

Проблемы охраны окружающей природной среды и природопользования [Текст] / под ред. Н.А. Буркова, В.В. Ширяева. — Киров, 1998. — С. 136 – 157.

### **Тема 4. Единицы и дозы измерений радиоактивности**

**Основные понятия:** *беккерель, кюри, удельная активность, доза излучения, экспозиционная доза, рентген, интенсивность (мощность) излучения, поглощенная доза, радиобиологический эффект, эквивалентная доза, коэффициент качества излучения, зиверт, бэр, радиоактивное загрязнение, радиоактивное вещество, облучение радиоактивное, источник (устройство) ионизирующего излучения, дезактивация, мощность дозы.*

### Задание

- 1) Повторите лекционный материал и основные понятия по теме.
- 2) Составьте схему, отражающую связь между системными (СИ) и внесистемными единицами измерения радиоактивности.

### Литература

Пивоваров, Ю.П. Радиационная экология [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. — М.: Изд. центр «Академия», 2004. — 240 с.

Проблемы охраны окружающей природной среды и природопользования [Текст] / под ред. Н.А. Буркова, В.В. Ширяева. — Киров, 1998. — С. 136 – 157.

**Тема 5.** Характеристика естественных и искусственных радионуклидов

**Основные понятия:** *период полураспада, излучение, радиоактивность, изотоп.*

### Задание

1. Повторите лекционный материал.
2. Используя данные литературы, изучите особенности естественных и искусственных радионуклидов, заполните табл. 2.

Таблица 2

Общая характеристика естественных и искусственных радионуклидов

Хим. элемент	Изотопы, их процентное соотношение	Периоды полураспада	Внешний вид	Химические свойства	Физические свойства	Вид излучения	Энергия излучения, МэВ	Удельная активность, Ки/Бк

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине «Электронный универс»  
([e-Univers.ru](http://e-Univers.ru))