

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладной и системной экологии

Рабочая программа дисциплины  
**Радиоэкология и радиационное загрязнение**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки

**05.04.06 «Экология и природопользование»**


Направленность (профиль):  
**Управление экосистемами**

Уровень:  
**Магистратура**  
Форма обучения  
**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП

 Зуева Н.В.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
01 февраля 2021 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Алексеев Д.К.

Авторы-разработчики:  
 Воякина Е.Ю.

Санкт-Петербург 2021



Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе для 2024 года набора с изменениями. Протокол заседания кафедры прикладной экологии от 07.06.2024 №10

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе для 2025 года набора с изменениями. Протокол заседания кафедры прикладной экологии от 02.07.2025 №10

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе для 2026 года набора с изменениями. Протокол заседания кафедры прикладной экологии от 13.05.2026 №8

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – подготовка специалистов по направлению 05.04.06 Управление экосистемами, владеющих знаниями в объеме необходимом для понимания закономерностей влияния радиационного фактора на растения, животных, человека и экосистемы, а также методикой оценки и прогнозирования последствий радиационного загрязнения биосферы.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с теоретическими и методологическими основами радиационной экологии;
- изучение радиационных факторов риска для состояния окружающей среды и здоровья людей;
- изучение закономерностей биологического действия радиации;
- ознакомление с характеристиками радиационных аварий (катастроф) и их последствий для окружающей среды и здоровья людей;
- изучение мероприятий по защите окружающей среды и людей от сверхнормативного воздействия факторов радиационной природы.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Радиоэкология и радиационное загрязнение» для направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» относится к дисциплинам вариативной части общепрофессионального цикла.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся должны иметь представления об общей экологии и биологии. Дисциплина «Радиоэкология и радиационное загрязнение» служит для углубления знания в области экологии и управления экосистемами. Параллельно с дисциплиной «Радиоэкология и радиационное загрязнение» изучается «Токсическое воздействие на экосистемы».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: УК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4

Таблица 1.

### Универсальные компетенции

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода,	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для	Знать: - основные понятия и принципы радиационного воздействия на экосистемы, их связь с экологией - природные и техногенные

<p>вырабатывать стратегию действий ПК-1 Способен организовывать мероприятия по мониторингу экосистем ПК-3 Способен оценивать состояние и уровень загрязненности экосистемы и ее компонентов ПК-4 Способен проводить исследования процессов функционирования экосистем для разработки мероприятий по управлению ими</p>	<p>решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению. ПК-1.1 Организует необходимый комплекс наблюдений, оценки и прогноза состояния экосистем и их компонентов ПК-1.2 Применяет в практической деятельности знания методов мониторинга для руководства выполнением мероприятий в соответствии с установленным планом мониторинга ПК-3.1 Оценивает степень загрязненности экосистем и ее компонентов ПК-4.1 Критически анализирует методы исследований систем, выбирает оптимальные способы решения поставленных задач.</p>	<p>факторы, влияющие на содержание радионуклидов в окружающей среде; - теоретические основы радиационно-экологического мониторинга, нормирования и снижения радиационного загрязнения окружающей среды; - критерии оценки радиационно-экологического состояния конкретных территорий (объектов) географические - радиационно-экологические проблемы региона проживания и обучения</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять количественные методы и современные информационные технологии для решения радиационно-экологических задач;</li> <li>- формулировать выводы и практические рекомендации на основе анализа результатов исследований содержания радионуклидов в компонентах экосистем;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами организации и проведения камеральных, полевых и лабораторных исследований поведения загрязняющих веществ в биосфере;</li> <li>- методами обработки и научной интерпретации результатов анализа.</li> <li>- навыками классификации, систематизации, дифференциации фактов, явлений, объектов, систем, методов, решения, задачи и т.д.;</li> <li>- методами обобщения,</li> </ul>
--	--	---

		интерпретации полученных результатов по заданным или определенным критериям.
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 72 академических часа

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Объем дисциплины</b>	<b>72</b>	-	-
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>			
в том числе:			
лекции	<b>14</b>	-	-
занятия семинарского типа:		-	-
практические занятия	<b>14</b>	-	-
лабораторные занятия	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:</b>	<b>44</b>	-	-
в том числе:			
курсовая работа		-	-
контрольная работа		-	-
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>		

##### 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.	Формы текущего контроля успеваемости	Формы компетенции	Индикаторы достижения компетенции

			Лекции	Лабораторные работы, практические или семинарские занятия	Самостоятельная работа			
1	Радиационная экология: предмет, задачи, структура, основные понятия и разделы учебной дисциплины	2	2	2	6	устный опрос	УК-1, ПК-1, ПК-3	УК-1.1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1
2	Физические основы радиационной экологии. Количественная оценка ионизирующих излучений и радиоактивных веществ	2	2	2	6	письменный опрос	УК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4	УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1, ПК-4.1
3	Основы биологического действия радиации	2	2	2	6	устный опрос	УК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-3.1, ПК-4.1
4	Радиационный фон биосферы в нормальных условиях	2	2	2	8	письменный опрос	УК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-3.1, ПК-4.1
5	Миграция радионуклидов по трофическим цепям	2	2	2	6	письменный опрос	УК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-3.1, ПК-4.1.
6	Экологические последствия радиационных аварий и катастроф	2	2	2	6	устный опрос	УК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1, ПК-4.1
7	Радиационно-экологическая характеристика основных регионов России	2	2	2	6	письменный опрос	УК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1, ПК-4.1
	<b>ИТОГО:</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>44</b>			

#### 4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

##### 4.3.1 Радиационная экология: предмет, задачи, структура, основные понятия и разделы учебной дисциплины

Радиационная экология – определение, предмет и объекты изучения, цель, задачи и основные разделы учебной дисциплины. Основные понятия и термины, применяемые в радиационной экологии. Основные закономерности радиационной экологии.

Связь радиационной экологии с естественнонаучными, биологическими и медицинскими дисциплинами и специальностями. История развития и становления радиационной экологии в России и за рубежом. Современное состояние радиационной

экологии и проблемы, требующие решения. Перспективные направления развития радиационной экологии. Значение радиационной экологии для специализации в прикладной экологии.

#### **4.3.2 Физические основы радиационной экологии. Количественная оценка ионизирующих излучений и радиоактивных веществ**

Строение атома и атомного ядра. Возбуждение и ионизация атомов. Радиоактивные вещества. Понятие радиоактивного распада. Изотопы.

Природа ионизирующих излучений. Корпускулярные и электромагнитные типы ионизирующих излучений. Виды ионизирующих излучений: альфа- и бета-частицы, гамма-кванты, рентгеновское и нейтронное. Ионизирующая и проникающая способность излучений. Механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Теория мишеней, принцип попаданий. Зависимость биологического действия ионизирующего излучения от его вида. Относительная биологическая эффективность излучений. Зависимость доза-эффект.

Дозы облучения: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эквивалентная эффективная, коллективная (популяционная). Определение, обоснование необходимости их введения. Единицы измерения доз и мощности дозы.

Радиоактивность. Период полураспада. Активность, удельная активность, плотность поверхностного заражения. Единицы измерения.

Теоретические основы дозиметрии и радиометрии. Методы измерения ионизирующих излучений: ионизационный, химический, фотографический, сцинтилляционный, люминесцентный и другие. Методы радиометрии: лабораторные методы, полевые методы.

Дозиметрические приборы и радиометрическая аппаратура. Современные приборы, предназначенные для радиационно-экологических исследований: устройство, порядок работы. Организация и порядок проведения радиационно-экологических исследований.

#### **4.3.3 Основы биологического действия радиации**

Доза как основной фактор радиационного воздействия на организм. Зависимость доза-эффект в отношении биологических объектов.

Процессы, протекающие на физической, физико-химической и химической стадиях действия ионизирующих излучений. Прямое и косвенное действие радиации. Действие ионизирующих излучений на нуклеиновые кислоты, белки, жиры и углеводы.

Процессы, протекающие на биологической стадии действия ионизирующих излучений. Понятие «биологического усиления». Летальные и нелетальные реакции клеток на действие ионизирующих излучений. Метаболические нарушения в облученной клетке.

Структурные повреждения ДНК, возникающие в результате прямого и косвенного действия ионизирующих излучений. Возможность их репарации. Значение лучевых повреждений ДНК для жизнедеятельности пролиферирующих и непролиферирующих клеток. Репродуктивная форма гибели облученных клеток.

Значение процессов перекисного окисления липидов в развитии лучевого повреждения клеток. Последствия повреждения внутриклеточных мембран для жизнедеятельности клетки. Интерфазная форма гибели облученных клеток.

Задержка клеточного деления после облучения. Нарушения специфических функций облученных клеток. Наследуемые повреждения генетического аппарата соматических и зародышевых клеток, вызываемые облучением. Их значение в возникновении отдаленных последствий облучения и генетических нарушений у потомства.

Пострадиационное восстановление клетки. Молекулярные механизмы репарации. Зависимость репарации потенциальных повреждений от уровня клеточного метаболизма, временного и пространственного распределения дозы облучения. Значение кислорода в процессах лучевого поражения и пострадиационного восстановления клетки. Кислородный эффект. Радиочувствительность и радиоустойчивость.

Клеточная радиочувствительность. Радиочувствительность клетки на разных стадиях жизненного цикла. Сравнительная радиочувствительность различных тканей. Правило Бергонье и Трибондо. Современные представления о причинах зависимости между уровнем пролиферативной активности клеток и их радиочувствительностью.

Радиобиологические эффекты. Классификация радиобиологических эффектов по времени появления, по связи с дозой облучения. Радиационный мутагенез, канцерогенез, тератогенез. Понятие о радиационном гормезисе.

Основные синдромы лучевого поражения человека и животных. Понятие о критическом органе (системе). Причины, объясняющие различное относительное значение поражения разных критических систем в зависимости от диапазона доз облучения. Клинические формы радиационных поражений.

Возможности модификации радиационного поражения. Кислородный эффект. Фактор изменения дозы. Пострадиационное восстановление.

#### **4.3.4 Радиационный фон биосферы в нормальных условиях**

Ионизирующие излучения как постоянно действующий фактор окружающей среды. Роль радиационного фактора в жизни человека и общества.

Естественный радиационный фон. Источники естественного радиационного фона: космическое излучение, излучение земной коры. Содержание естественных радионуклидов в почвах. Естественные радиоактивные семейства. Неоднородность естественного радиационного фона по поверхности Земли. Районы с повышенным радиационным фоном.

Искусственные источники ионизирующих излучений: медицинские источники, испытания ядерного оружия, работа предприятий ядерного топливно-энергетического цикла, профессиональное облучение, сжигание ископаемого топлива, фосфорные и калийные удобрения. Потенциальная опасность для здоровья человека ядерных и неядерных источников энергии. Радиационный фон жилищ. Проблема радона. Средняя доза облучения человека в нормальных районах.

Принципы нормирования воздействия антропогенных источников ионизирующих излучений. Подходы к нормированию допустимого содержания радионуклидов. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009.

#### **4.3.5 Миграция радионуклидов по трофическим цепям**

Понятие миграции химических элементов. Пути миграции радионуклидов по биосфере: перенос с воздушными течениями, по водной среде, по трофическим цепям. Особенности миграции радионуклидов в почве. Особенности накопления радионуклидов в различных географических зонах. Факторы, от которых зависит загрязнение продукции животноводства и растениеводства.

Пути поступления радионуклидов в организмы различных групп гидробионтов. Накопление их в моллюсках, рыбе и т.д. выведение радионуклидов из организма гидробионтов. Пути миграции радионуклидов в организм человека. Всасывание радионуклидов в ЖКТ.

#### **4.3.6 Экологические последствия радиационных аварий и катастроф**

Радиационные аварии и катастрофы – классификация, характеристика

действующих факторов. Радиационная обстановка, зона радиоактивного загрязнения, очаг радиационного поражения. Методические основы медико-тактической оценки очагов радиационных катастроф.

Последствия радиационных аварий (катастроф) для окружающей среды и здоровья населения.

Экологические последствия радиационных аварий на предприятиях атомной энергетики: аварии на спец.комбинате «Маяк», аварии на атомных электростанциях в США, Великобритании, СССР, Чернобыльская катастрофа, катастрофа в Фукусиме.

Экологические последствия испытания ядерного оружия. Новоземельский, Семипалатинский ядерные полигоны.

Распространение радиоактивных загрязнений по территории России в широтном и меридиональном направлениях. Экологические проблемы, возникающие при применении ядерной энергии в военных целях. Экологические последствия применения ядерного оружия. Понятие ядерной зимы.

Взаимодействие ведомств, служб и общественных организаций при ликвидации последствий радиационных аварий и катастроф.

#### 4.3.7 Радиационно-экологическая характеристика основных регионов России

Понятие о радиационно-экологическом картографировании. Переработка ядерных материалов. Радиохимические заводы. Накопление, хранение и утилизация радиоактивных отходов.

Мирные ядерные взрывы. Военно-морской и ледокольный ядерный флоты. Атомные подводные лодки. Хранение, транспортировка и утилизация радиоактивных отходов. Радиационно-экологическая характеристика основных регионов России.

Радиационно-экологическая характеристика основных регионов России: мегаполисы Москва и Санкт-Петербург, Северо-Западный, Уральский, Приволжский, Сибирский, Дальневосточный регионы, Алтайский край и др.

#### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 4.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Радиационная экология: предмет, задачи, структура, основные понятия и разделы учебной дисциплины	2	2
2	Физические основы радиационной экологии. Количественная оценка ионизирующих излучений и радиоактивных веществ	2	2
3	Основы биологического действия радиации	2	2
4	Радиационный фон биосферы в нормальных условиях	2	2
5	Миграция радионуклидов по трофическим цепям	4	4

6	Экологические последствия радиационных аварий и катастроф	2	2
7	Радиационно-экологическая характеристика основных регионов России	2	2

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ, графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала, разработку рефератов и других творческих заданий.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических работ, при подготовке к тестам, дискуссиям и к промежуточному контролю студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 75;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;
- максимальное количество дополнительных баллов –15.

### 6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

### 6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет**.

Форма проведения зачета: *устно по билетам*

**Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету:**

## УК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4

1. Радиационная экология – определение, предмет и объекты изучения, цель, задачи и основные разделы учебной дисциплины;
2. Основные понятия и термины, применяемые в радиационной экологии.
3. Связь радиационной экологии с естественнонаучными, биологическими и медицинскими дисциплинами и специальностями;
4. История развития и становления радиационной экологии в России и за рубежом;
5. Значение радиационной экологии для специализации в прикладной экологии;
6. Строение атома и атомного ядра. Возбуждение и ионизация атомов;
7. Радиоактивные вещества. Понятие радиоактивного распада. Изотопы;
8. Ионизирующая и проникающая способность излучений;
9. Механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом;
10. Закон ослабления потока заряженных частиц при прохождении через поглотитель;
11. Зависимость биологического действия ионизирующего излучения от его вида;
12. Дозы облучения: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эквивалентная эффективная, коллективная (популяционная);
13. Радиоактивность. Период полураспада;
14. Теоретические основы дозиметрии и радиометрии;
15. Дозиметрические приборы и радиометрическая аппаратура;
16. Организация и порядок проведения радиационно-экологических исследований;
17. Доза как основной фактор радиационного воздействия на организм;
18. Процессы, протекающие на физической, физико-химической и химической стадиях действия ионизирующих излучений;
19. Структурные повреждения ДНК, возникающие в результате прямого и косвенного действия ионизирующих излучений;
20. Радиочувствительность и радиоустойчивость;
21. Основные синдромы лучевого поражения человека и животных;
22. Возможности модификации радиационного поражения;
23. Ионизирующие излучения как постоянно действующий фактор окружающей среды и роль радиационного фактора в жизни человека и общества;
24. Естественный радиационный фон и источники естественного радиационного фона;
25. Неоднородность естественного радиационного фона по поверхности Земли. Районы с повышенным радиационным фоном.
26. Основные закономерности распределения радионуклидов по компонентам биосферы;
27. Искусственные источники ионизирующих излучений;
28. Радиационный фон жилищ;
29. Принципы нормирования воздействия антропогенных источников ионизирующих излучений;
30. Радиационные аварии и катастрофы – классификация, характеристика действующих факторов;
31. Последствия радиационных аварий (катастроф) для окружающей среды и здоровья населения;
32. Экологические последствия радиационных аварий на предприятиях атомной энергетики;
33. Экологические последствия испытания ядерного оружия;
34. Экологические проблемы, возникающие при применении ядерной энергии в военных целях;
35. Взаимодействие ведомств, служб и общественных организаций при ликвидации последствий радиационных аварий и катастроф;

36. Переработка ядерных материалов;
37. Радиохимические заводы;
38. Накопление, хранение и утилизация радиоактивных отходов;
39. Мирные ядерные взрывы: «прослушивание» земной коры, геологическая разведка, добыча полезных ископаемых, тушение пожаров;
40. Военно-морской и ледокольный ядерный флоты;
41. Понятие о радиационно-экологическом картографировании;
42. Радиационно-экологическая характеристика основных регионов России: мегаполисы Москва и Санкт-Петербург, Северо-Западный;
43. Радиационно-экологическая характеристика основных регионов России: Уральский, Приволжский, Сибирский;
44. Радиационно-экологическая характеристика основных регионов России: Дальневосточный регионы, Алтайский край.

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Устный опрос	0-2
Письменный опрос	0-5
Промежуточная аттестация	0-30
<b>ИТОГО</b>	<b>0-100</b>

Таблица 6.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС	0-5
Участие в Олимпиаде	0-5
Активность на учебных занятиях	0-5
<b>ИТОГО</b>	<b>0-15</b>

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 7.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

## 7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки основных дефиниций, законов, процессов,

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
	явлений. Подробно записывать математические выводы формул. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.
Практические занятия	Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно- теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную литературу, обращая внимание на практическое применение теории. Для ведения записей на практических занятиях обычно заводят отдельную тетрадь. Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.
Лабораторная работа	Лабораторные занятия имеют целью практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой. По выполнению лабораторной работы студенты представляют отчет и защищают его. Защищенные отчеты студентов хранятся на кафедре до завершения изучения дисциплины.
Внеаудиторная работа	Представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает: – самостоятельное изучение разделов дисциплины; – подготовка к выполнению лабораторных работ, выполнение вычислительных и графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач; – выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий; – подготовку рефератов, сообщений и докладов.
Подготовка к экзамену, зачету	Зачет служит формой проверки выполнения студентами лабораторных и контрольных работ, усвоения материала практических занятий. Экзамен имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ. Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы и сдавшие зачет по данной дисциплине, предусмотренный в текущем семестре.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### Основная литература

1. Бекман, И. Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 497 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07879-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452508>
2. Жуйкова, Т. В. Экологическая токсикология : учебник и практикум для вузов / Т. В. Жуйкова, В. С. Безель. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 362 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06886-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473551>

#### Дополнительная литература:

1. Родионова, О. М. Медико-биологические основы безопасности : учебник для вузов / О. М. Родионова, Д. А. Семенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 340 с. —

(Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9647-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471992>

2. Хаустов, А. П. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : учебник для вузов / А. П. Хаустов, М. М. Редина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 387 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9103-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450200>

3. Бекман, И. Н. Радиохимия в 2 т. Т. 1 фундаментальная радиохимия : учебник и практикум для вузов / И. Н. Бекман. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 473 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04180-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450184>

## 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. ResearchGate — бесплатная социальная сеть и средство сотрудничества учёных всех научных дисциплин - <https://www.researchgate.net/>
2. Большая российская энциклопедия - <https://bigenc.ru/>

## 8.3. Перечень программного обеспечения

1. MicrosoftOffice — офисный пакет приложений

## 8.4. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://www.elibrary.ru/>
2. Электронная библиотечная система РГГМУ «ГидрометеоОнлайн» - <http://elib.rshu.ru/>
3. База данных издательства SpringerNature.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

#### **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

#### **11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.