

Учреждение образования  
«Международный государственный экологический институт  
имени А.Д. Сахарова»  
Белорусского государственного университета



УТВЕРЖДАЮ

Директор

МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

О.И. Родькин

2024

Регистрационный № УД-1643-24/уч.

**РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ  
СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ**

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для  
специальности:

1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

2024 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-100 01 01-2021 «Ядерная и радиационная безопасность» от 25.04.2022 и учебного плана учреждения образования для специальности Ядерная и радиационная безопасность Рег.№134-21/уч. от 25.06.2021

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

Т.В. Дашкевич, старший преподаватель кафедры ядерных и медицинских технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ;

М.Г. Герменчук, профессор кафедры ядерных и медицинских технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат технических наук, доцент

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Е.Б. Евсеев, заведующий отделом радиационно-экологического мониторинга Государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», кандидат сельскохозяйственных наук;

О.В. Дзюбайло, начальник службы радиационного мониторинга Государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой ядерных и медицинских технологий «Международного государственного экологического института им. А.Д. Сахарова» БГУ  
(протокол № 4 от 19.11.2024 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» БГУ  
(протокол № 4 от 26.12. 2024 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Радиационный мониторинг и автоматизированная система наблюдений» занимает важное место в учебном плане специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность. Она является логическим продолжением и практическим применением цикла дисциплин, таких как «Измерение характеристик ионизирующего излучения», «Радиационная экология», «Радиохимия».

В данной учебной программе предлагается расширить знания студентов в области организации радиационного мониторинга как части всей системы мониторинга окружающей среды с использованием подходов системного анализа. Это позволяет сосредоточить внимание студентов именно на основных понятиях и представлениях системного анализа применительно к мониторингу окружающей среды на примере радиационного мониторинга, углубленно дать его концептуальную основу.

Для качественного усвоения материала студент должен владеть вопросами в области ядерной физики, системного анализа, экономического анализа, информационных технологий, математического моделирования.

Особенностью содержания данной программы дисциплины «Радиационный мониторинг и автоматизированная система наблюдений» является и то, что особое внимание уделяется следующим направлениям:

- национальная нормативная правовая база мониторинга окружающей среды в целом и, в частности, радиационного;

- национальная техническая нормативная правовая база мониторинга окружающей среды в целом и, в частности, радиационного;

- методологические подходы группы по мониторингу Европейской экономической Комиссии;

- оценка экономической составляющей;

- изучение рекомендаций МАГАТЭ и МКРЗ в области радиационного мониторинга;

- выявление количественных закономерностей, управляющих процессами переноса радионуклидов в природных средах;

- инструментальная основа системы контроля радиационной обстановки в различных ситуациях облучения;

- применение математических моделей для прогнозирования радиационной обстановки;

- оценка уровней воздействия радиоактивных загрязнений на отдельные биологические объекты и биогеоценозы;

- разработка мероприятий по уменьшению или исключению отрицательного воздействия ионизирующего излучения на окружающую среду и человека.

### ***Цель изучения дисциплины***

Дать теоретические знания и практические навыки, необходимые будущим специалистам в области мониторинга окружающей среды с использованием расчетных инженерных методов, понимание особенностей международных и национальных требований к системе радиационного мониторинга с учетом глобального, «чернобыльского» загрязнения и потребностей в обеспечении

радиационной безопасности населения и окружающей среды при строительстве и эксплуатации Белорусской АЭС, а так же нормативной законодательной и нормативной технической базы радиационного мониторинга, методов наблюдений, оценки и прогноза состояния и загрязнения окружающей среды.

### ***Задачи дисциплины***

При преподавании дисциплины должны быть решены следующие задачи:

- дать основные представления об источниках радиационных (радиологических и радиоэкологических) угроз и рисков в сфере обеспечения радиационной безопасности человека (население и персонал) и объектов окружающей среды;

- дать основные теоретические и практические представления о нормативной правовой и технической базе радиационного мониторинга, в также стратегиях мониторинга и оценках радиационной обстановки;

- дать основные представления о критериях оценки радиационной обстановки в окружающей среде, а также параметров радиационного мониторинга;

- сформировать компетенции по применению радиометрического, дозиметрического и спектрометрического измерительного оборудования в задачах радиационного мониторинга;

- дать научные представления о методах прогнозирования радиационной обстановки в окружающей среде, сформировать навыки работы с базами данных радиоактивного загрязнения;

- дать научное представление о форматах представления информации, создать навыки работы с государственными информационными ресурсами в сфере обеспечения радиационной безопасности;

- способствовать развитию научного мировоззрения;

- подготовить студентов к изучению других специальных дисциплин.

В результате усвоения этой дисциплины обучаемый должен:

#### ***знать***

- особенности нормативной правой и нормативной правовой технической базы Республики Беларусь;

- особенности радиационной обстановки на территории Республики Беларусь;

- особенности стратегии и системы радиационного мониторинга в Республике Беларусь;

- методы измерения основных параметров в радиационном мониторинге;

- требования к формированию баз данных результатов радиационного мониторинга;

#### ***уметь***

- применять методы оценки удельной, объемной и поверхностной активности объектов окружающей среды;

- применять нормативную правовую и техническую базу радиационного мониторинга;

- использовать единицы измерения физических величин, используемых при проведении радиационного мониторинга;

- применять метод SWOT анализа для оценки предлагаемых стратегий мониторинга;
- производить расчет рассеивания радионуклидов в атмосфере с определением концентраций в заданных точках;
- применять модели переноса радионуклидов в наземной и водной среде;
- моделировать радиационную обстановку, применяя различные программные комплексы;
- осуществлять экспертизу проектов.

***владеть:***

- основными методами прогнозирования и оценки радиационной обстановки в различных ситуациях облучения;
- методами формирования баз данных результатов контроля радиационной обстановки;

Среди эффективных педагогических методик и технологий, которые способствуют вовлечению студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач, следует выделить

- технологии проблемно-модульного обучения;
- моделирование проблемных ситуаций и их решение.

В результате усвоения учебной дисциплины студент должен обладать следующими **компетенциями СК-19**: выполнять работы по организации наблюдений за радиационной обстановкой с целью определения динамики ее изменения и выявления аномалий с целью проведения исследований и оперативного вмешательства.

Для организации самостоятельной работы студентов по дисциплине следует использовать информационные технологии: разместить в свободном доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы, задания для самоконтроля, электронные пособия и учебники и др.).

Программа рассчитана на 120 ч, из них 70 ч аудиторных (лекции – 40 ч, практические – 10 ч, семинарские – 20 ч).

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен в 8-м семестре.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Контроль знаний при преподавании дисциплины предполагает опросы студентов на лекциях и практических занятиях, написание самостоятельных и контрольных работ, доклады на семинарских занятиях.

При проведении занятий следует обратить внимание на обсуждение вопросов и решение задач с прикладным содержанием.

Следует организовать управляемую самостоятельную работу студентов, включающую в себя выполнение индивидуальных заданий во время проведения практических занятий, подготовку докладов и проектов для семинаров в проблемно-проектной форме.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего контроля знаний в форме устного опроса, тестового контроля по темам и разделам курса.

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале.

# **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

## **Тема 1. Введение в радиационный мониторинг**

Основные цели и задачи радиационного мониторинга. Предмет радиационного мониторинга. Место радиационного мониторинга в национальной системе экологического мониторинга. Связь радиационного мониторинга с другими науками.

Естественная радиоактивность, бомбовое (глобальное) загрязнение, чернобыльское загрязнение, радиационно-опасные объекты, дозы облучения.

История создания системы радиационного мониторинга в мире, на территории бывшего СССР и в Беларуси.

## **Тема 2. Нормативная правовая и техническая база радиационного мониторинга, международные рекомендации**

Основные требования нормативной правовой и технической базы Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) в целом и радиационного мониторинга в частности, методологические подходы комиссии по мониторингу Европейской экономической Комиссии, МАГАТЭ. Критерии принятия решений согласно национальным документам и рекомендациям МАГАТЭ.

## **Тема 3 Требования к системе радиационного мониторинга, цикл проводимой политики, информационные потребности**

Идентификация вопросов, связанных с обеспечением радиационной безопасности населения и территорий в части радиационного мониторинга, основных целей проведения радиационного мониторинга; выработка стратегии мониторинга и оценки, формирование программ мониторинга.

Основные требования к проведению мониторинга, объекты и параметры радиационного мониторинга, требования к системе наблюдений объектов окружающей среды и контролю качества, требования к сбору, представлению, хранению, анализу и обработке информации. Представление информации основным потребителям.

Цикл мониторинга, основные блоки: информационные потребности, стратегия оценки, программы мониторинга, сбор, обработка и анализ данных, оценка и отчетность, использование информации.

## **Тема 4. Программы мониторинга, эффективность и результативность мониторинга, SWOT анализ**

Основные требования к стратегии, требования к программам, эффективность и результативность мониторинга. Конкретизация информационных потребностей и надлежащая подготовка программ мониторинга вместе с соответствующим механизмом отчетности. Комбинированное использование методов мониторинга и моделей. Использование обобщённых\агрегированных показателей. Интеграция радиационного и гидрологического мониторинга. Пространственная и временная оптимизация мониторинговых наблюдений. Оценка финансовых затрат (затраты/эффект, в т.ч. предотвращенный вред).

## **Тема 5. Требования к организации мониторинга по различным природным средам**

Требования к организации мониторинга атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв, аварийное планирование.

## **Тема 6. Инженерные методы расчетов качественного и количественного состава выбросов от радиационно-опасных объектов в окружающую среду**

Классификация источников выбросов и их характеристики: организованные и неорганизованные, точечные и линейные, непрерывные и периодические, мгновенные, стационарные и мобильные. Особенности технологического процесса с точки зрения выбросов радионуклидов в окружающую среду. Методы расчета.

## **Тема 7. Методы определения уровня загрязнения атмосферного воздуха радионуклидами в газовых выбросах**

Распространение радионуклидов в атмосфере. Движение воздушных масс. Влияние климатических условий, рельефа местности и архитектурно-планировочных решений на распространение загрязнителей. Механизмы процесса рассеивания загрязняющих веществ и характер струи выброса. Инженерные методы расчета полей концентраций загрязняющих веществ. Расчет оптимальной высоты выброса.

## **Тема 8. Защита окружающей среды при штатной работе АЭС и при радиационных авариях**

Классификация радиационных объектов по потенциальной радиационной опасности. Размещение радиационных объектов и зонирование территорий.

Требования, предъявляемые к выбору площадки для размещения АЭС, санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения. Обоснование определения границ санитарно-защитной зоны. Определение размеров санитарно-защитной зоны вокруг АЭС. Требования к радиационному контролю окружающей среды в районе расположения АЭС.

## **Тема 9. Радиационно-гигиенический мониторинг в районе расположения АЭС**

Общие требования к организации радиационного контроля. Объекты радиационного контроля и контролируемые величины. Фоновый мониторинг на этапе строительства. Организация радиационного мониторинга в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения.

## **Тема 10. Построение автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО)**

Общие принципы построения системы АСКРО. Контроль метеопараметров. Принципы размещения датчиков во внешней среде. Модель переноса радиоактивной примеси в атмосфере. Оценка мощности дозы внешнего облучения. Оценка уровней радиоактивного загрязнения подстилающей поверхности. Оценка мощности дозы внешнего облучения от подстилающей поверхности.

### **Тема 11. Радиационный контроль атмосферы, подстилающей поверхности и гидросферы в зоне влияния АЭС**

Аспирационный метод. Метод оценки мощности выброса газоаэрозольной радиоактивной примеси из вентиляционных труб АЭС. Контроль мощности дозы гамма-излучения. Годовые допустимые выбросы радиоактивных газов и аэрозолей АЭС в атмосферу. Метод определения радиоактивного загрязнения подстилающей поверхности, в т.ч. в следе радиоактивного облака. Радиационный контроль водной среды и придонной поверхности.

### **Тема 12. Методы отбора проб окружающей среды**

Общие требования к отбору проб, выбор метода анализа и оборудования. Контрольная проба. Отбор проб приземного слоя атмосферного воздуха и подготовка к измерению. Отбор проб природных вод и подготовка к измерению. Отбор проб почвы. Отбор проб донных отложений и гидробионтов. Отбор проб основных пищевых продуктов.

### **Тема 13. Инструментальные методы анализа проб окружающей среды**

Радиометрические методы измерения. Альфа-, бета- и гамма-спектрометрия. Измерение объемной активности инертных радиоактивных газов. Обработка и оформление результатов измерений. Ведения записей результатов измерений в лаборатории и оформление протоколов.

### **Тема 14. Пространственный анализ**

Ключевые этапы пространственного анализа: понимание цели, подготовка данных, выбор подходящих методов и приемов, проведение исследования и оценка результатов. Пространственный анализ в ArcGIS. Извлечение и наложение данных. Добавление и вычисление полей атрибутов. Суммирование и агрегация данных. Вычисление статистики. Моделирование отношения и нахождение закономерностей. Машинное обучение и искусственный интеллект. Аналитика больших данных.

### **Тема 15. Программное обеспечение для моделирования радиационной обстановки**

Программное обеспечение для проведения расчетов параметров радиационной обстановки и дозовых нагрузок на персонал и население при предварительном обосновании безопасности. Выработка рекомендаций по применению защитных мероприятий. Проведение расчетов параметров радиационной обстановки и дозовых нагрузок на персонал и население при возникновении реальной аварийной ситуации для минимизации ее последствий.

### **Тема 16. Функционирование системы радиационного мониторинга в условиях**

План аварийного мониторинга и программы отбора проб. Аварии малого, среднего и крупного масштабов.

### **Тема 17. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза проектов**

Государственная, общественная и стратегическая экспертиза. Правовое регулирование отношений в данной области. Методы оценки воздействия на окружающую среду. Разработка отчета.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(для очной (дневной) формы получения образования)

Номер раздела, темы, занятия	Наименование раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					УСР	Форма контр. знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Введение в радиационный мониторинг	4						1,6
2	Тема 2. Нормативная правовая и техническая база радиационного мониторинга, международные рекомендации	2						1,6
3	Тема 3. Требования к системе радиационного мониторинга, цикл проводимой политики, информационные потребности	2						1,6
4	Тема 4. Программы мониторинга, эффективность и результативность мониторинга, SWOT анализ	2		2				1,4-6
5	Тема 5. Требования к организации мониторинга по различным природным средам	2						1,5,6
6	Тема 6. Инженерные методы расчетов качественного и количественного состава выбросов от радиационно-опасных объектов в окружающую среду	2	2	2				1-6

Номер раздела, темы, занятия	Наименование раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					УСР	Форма контр. знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Тема 7. Методы определения уровня загрязнения атмосферного воздуха радионуклидами в газовых выбросах	2		2				1,3-6
8	Тема 8. Защита окружающей среды при штатной работе АЭС и при радиационных авариях	2		2				1,3-6
9	Тема 9. Радиационно-гигиенический мониторинг в районе расположения АЭС	2		2				1,3-6
10	Тема 10. Построение автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО)	2		2				1,3-6
11	Тема 11. Радиационный контроль атмосферы, подстилающей поверхности и гидросферы в зоне влияния АЭС	2		2				1,3-6
12	Тема 12. Методы отбора проб окружающей среды	2		2				1,3-6
13	Тема 13. Инструментальные методы анализа проб окружающей среды	2		2				1,3-6
14	Тема 14. Пространственный анализ	4	6					1,2,4-6
15	Тема 15. Программное обеспечение для моделирования	4	2					1,2,4-6

Номер раздела, темы, занятия	Наименование раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					УСР	Форма контр. знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	радиационной обстановки и оценки дозовых нагрузок							
16	Тема 16. Функционирование системы радиационного мониторинга в условиях аварии	2		2				1,3-6
17	Тема 17. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза проектов	2		2				1,3-6
	<b>Всего</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>20</b>		-	-	

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### ***Инновационные методы и подходы к преподаванию учебной дисциплины***

При организации образовательного процесса рекомендуется использовать практико-ориентированный подход, который предполагает:

1. элементы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
2. элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе;
3. метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме;
4. методы развития критического мышления, формирующие навыки работы с информацией в процессе чтения и письма;
5. проектные технологии, используемые при проведении семинарских занятий в проблемно-проектной форме.

### ***Рекомендуемая литература***

#### ***Основная***

1. Герменчук, М. Г. Радиационный мониторинг окружающей среды : учеб. пособие / М. Г. Герменчук. – Минск : Вышэйшая школа, 2021. – 278 с.
2. Инженерная экология : учебное пособие / [Авт. И. С. Бракович и др.] ; Под ред. Б. М. Хрусталева. - Минск : Вышэйшая школа, 2020. - 223 с.

### ***Дополнительная литература***

1. Абагян А.А., Асмолов В.Г. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ // Атомная энергия, –1986. –Т.61.–Вып. 5.–С. 301-320.
2. Атлас загрязнения Европы цезием после аварии на Чернобыльской атомной станции / Под. ред. М.ДеКорт, Ю.С.Цатуров.–Люксембург: Офис по официальным публикациям Европейской Комиссии, 1996.–31 с.
3. Герменчук, М. Г. Управление системой радиационного мониторинга окружающей среды [Текст] : учеб.-метод. пособие / М. Г. Герменчук. - Минск : ИВЦ Минфина, 2018. - 120 с. - Библиогр.: с. 107-112. - ISBN 978-985-7205-44-8.
4. Герменчук М.Г., Основы радиационного мониторинга // учебное пособие, МГЭУ им. А.Д.Сахарова, 2009, 30 стр.
5. Основы экологии и радиационно-экологического контроля окружающей среды : [учебное пособие] / А. П. Елохин, А. И. Ксенофонтов, И. В. Пырков ; [под общей редакцией А. П. Елохина] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", 2016. – 680 с.

6. Основы радиоэкологического и гигиенического мониторинга окружающей среды / И. П. Коренков [и др.] ; под ред. Л. А. Ильина, А. С. Самойлова. - Москва : Гэотар-Медиа, 2021. - 400 с. - Библиогр.: с. 379-381. - ISBN 978-5-9704-6198-3.
7. Прогноз состояния природной среды Беларуси на период до 2035 года / [В. М. Байчоров и др.] ; под общ. ред. В. С. Хомича ; НАН Беларуси, Мин-во природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ. - Минск : Беларуская навука, 2022. - 332 с. : ил. - Библиогр.: с. 317-328. - ISBN 978-985-08-2944-3.
8. СТБ ІЕС 31010-2022 Менеджмент ризка. Тэхнікі ацэнкі ризка. – Введ. 01.08.2023 // Минск. Госстандарт. 2023. – 116 с.
9. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред / Израэль Ю.А., Вакуловский С.М., Ветров В.А. и др. –Л.: Гидрометеиздат, 1990. –295 с.
10. Герменчук М.Г. Загрязнение территории Республики Беларусь радиоактивным йодом // Последствия Чернобыльской катастрофы в Республике Беларусь. Национальный доклад. / –Минск, 1996.–С. 7-8. Сборник нормативных, методических, организационно-распорядительных документов Республики Беларусь в области радиационного контроля и безопасности. / Под. ред. к.м.н. Шевчука В.Е.– Минск, 1998.–230 с.
11. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П., Введение в системный анализ: Учеб. Пособие для вузов.–М.: Высш.шк., 1989.–367 с.

### ***Формы контроля знаний***

<b>№ п / п</b>	<b>Форма</b>
1.	Выборочный контроль на лекциях
2.	Проведение опроса на практических занятиях, решение задач
3.	Доклады на семинарских занятиях
4.	Написание тестовых заданий
5.	Подготовка проекта
6.	Экзамен

### ***Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки***

Формой промежуточной аттестации по дисциплине учебным планом предусмотрен **экзамен**.

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать устные опросы и тесты.

При оценке текущего контроля учитывается:

- активное участие на занятиях и ответы на вопросы;
- дискуссия;
- работа на практических и семинарских занятиях;

- результаты тестирования;
- подготовка и защита проекта;

Экзамен проводится в виде устного опроса по теоретическому материалу дисциплины в индивидуальном порядке по билетам, утвержденным кафедрой. Ответы на каждый вопрос билета оцениваются по десятибалльной шкале. Экзаменационная оценка определяется как среднее арифметическое значение оценок, выставленных за вопросы билета и дополнительные вопросы, заданные на экзамене.

### ***Примерный перечень тем практических и семинарских занятий***

1. Стратегии мониторинга, особенности радиационного мониторинга окружающей среды.
2. Источники радиационной опасности в окружающей среде, методы расчета рисков.
3. Критерии оценки радиационной обстановки: атмосферный воздух.
4. Критерии оценки радиационной обстановки: поверхностные воды.
5. Критерии оценки радиационной обстановки: подземные воды.
6. Критерии оценки радиационной обстановки: почвы и грунты.
7. SWOT анализ программ мониторинга атмосферного воздуха.
8. SWOT анализ программ мониторинга поверхностных вод.
9. SWOT анализ программ мониторинга подземных вод.
10. SWOT анализ программ мониторинга почв и территорий.
11. Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в задачах радиационного мониторинга.
12. Определение качественной и количественной характеристики поверхностного стока с территории радиационно-опасного объекта.
13. Требования к организации радиационного мониторинга атмосферного воздуха.
14. Требования к организации радиационного мониторинга поверхностных и подземных вод.
15. Требования к организации радиационного мониторинга почв и территорий.
16. Прогнозирование радиационной обстановки с применением современных программных средств.
17. Пространственный анализ в ArcGIS. Применение в задачах визуализации результатов оценки радиационной обстановки. Построение карт.
18. Комплексные инженерно-экологические изыскания в зоне влияния радиационно-опасного объекта. Организация системы радиационного мониторинга объекта. Подготовка проекта на примере реального объекта ЯТЦ.

### ***Рекомендации для выполнения проекта***

- проект выполняется одним обучающимся или в группе;
- в качестве объекта может выступать любое предприятие ядерного топливного цикла на выбор обучающихся;

- при выполнении работы дается характеристика радиационно-опасного объекта, описание воздействия объекта на окружающую среду, обосновываются методы и средства радиационного мониторинга, пункты и периодичность наблюдений, перечень контролируемых параметров, особое внимание уделяется приборной базе;

- проект представляется в виде презентации;

***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся***

Основными направлениями самостоятельной работы обучающегося являются:

- подробное ознакомление с программой учебной дисциплины;
- ознакомление со списком рекомендуемой литературы по дисциплине в целом и ее разделам;
- изучение и расширение лекционного материала преподавателя за счет специальной литературы;
- подготовка к тестам;
- подготовка проекта;
- подготовка к экзамену.

***Наименования и виды методических средств***

№ п / п	Наименование	Вид
1	Учебно-информационные материалы по теме лекций	Электронный файл - *.pdf
2	Презентации	Электронный файл - *.ppt

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ С ДРУГИМИ  
ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

<b>Название дисциплины, с которой требуется согласование</b>	<b>Название кафедры</b>	<b>Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине</b>	<b>Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)</b>
Радиационная экология	Ядерных и медицинских технологий	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте Протокол №4 от 19.11.2025 г.
Измерение характеристик ионизирующего излучения	Ядерных и медицинских технологий	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте Протокол №4 от 19.11.2025 г.
Дозиметрия	Ядерных и медицинских технологий	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте Протокол №4 от 19.11.2025 г.