

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

Матвеев А.С.
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Природоохранные технологии на АЭС

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Специализация	Проектирование и эксплуатация атомных станций		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	5	семестр	10
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	48	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч		64	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной
аттестации

экзамен

Обеспечивающее
подразделение

**НОЦ
И.Н.Бутакова**

Заведующий кафедрой -
руководитель НОЦ
И.Н. Бутакова на правах
кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Воробьев А.В.
	Антонова А.М.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-8	способностью проводить анализ и оценку степени экологической опасности производственной деятельности человека на стадиях исследования, проектирования, производства и эксплуатации технических объектов, владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	ПК(У)- 8.B1	Владеет опытом анализа радиационной, ядерной и экологической безопасности АЭС
		ПК(У)- 8.У1	Умеет проводить оценку экологического воздействия при строительстве и эксплуатации АС АЭС
		ПК(У)- 8.31	Знает виды экологического воздействия при строительстве и эксплуатации АС, принципы обеспечения безопасности АС при нормальной работе и в аварийных ситуациях
		ПК(У)- 8.B4	Владеет опытом выбора рационального способа снижения воздействия атомных станций на окружающую среду
		ПК(У)- 8.У4	Умеет анализировать технологические схемы и рассчитывать оборудование для снижения экологического воздействия АС

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Уметь проводить анализ и оценку степени экологического воздействия АС, производить расчет выбросов и сбросов АС.	ПК(У)-8
РД2	Знать источники образования отходов в ядерном топливном цикле, методы и средства радиационного мониторинга в зоне действия АС.	ПК(У)-8
РД3	Применять знания норм и технологий обращения с радиоактивными отходами АС для выбора и расчета аппаратов систем очистки выбросов.	ПК(У)-8
РД4	Оценивать эффективность технологий, оборудования, технических решений по обращению с радиоактивными отходами АС	ПК(У)-8

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Раздел 2. Влияние объектов энергетики на человека и окружающую среду	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2

		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	4
Раздел 3. Ограничения выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду	РД2	Лекции	-
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	2
Раздел 4. Источники образования отходов в ядерном топливном цикле и основные принципы защиты окружающей среды	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	4
Раздел 5. Технологии очистки газоаэрозольного выброса и защитного газа.	РД4	Лекции	24
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	22
Раздел 6. Рассеивание вредных выбросов в атмосферном воздухе	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	4
Раздел 7. Защита водных ресурсов от загрязнений жидкими отходами	РД4	Лекции	-
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	2
Раздел 8. Тепловое загрязнение и шумовое воздействие АЭС на окружающую среду при работе АЭС	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 9. Системы обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами	РД3, РД4	Лекции	8
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 10. Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)	РД4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	4
Раздел 11. Радиационный контроль окружающей среды	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	4

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение

Социальная значимость дисциплины. Влияние технического прогресса на экологический процесс. Перспективы развития экологически безопасных АС в регионе. Содержание и построение курса.

Темы лекций:

1. Введение. Влияние энергообъектов на окружающую среду.

Темы практических занятий:

1. Изучение глоссария по дисциплине, правила размещения, проектирования и безопасной эксплуатации АЭС.

Раздел 2. Влияние объектов энергетики на человека и окружающую среду

Сравнение воздействия различных топливных циклов на окружающую среду. Концепция экологической безопасности АС. Влияние радиоактивных отходов на человека и окружающую среду. Внутренний и внешний пути облучения человека.

Темы лекций:

2. Нормирование радиационного воздействия АЭС.

Темы практических занятий:

2. Расчет допустимых концентраций радиоактивных благородных газов, радионуклидов йода и радиоактивных аэрозолей.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение методов и приборов радиационного контроля выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы.

Раздел 3. Ограничения выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду

Допустимые уровни выбросов и сбросов. Расчет допустимых концентраций (ДК) и предельно допустимых концентраций (ПДК) радионуклидов и химических веществ в атмосферном воздухе и воде водоемов. Определение предельно-допустимого выброса (ПДВ) и допустимого сброса (ДС) АС.

Темы практических занятий:

3. Расчет предельно допустимых выбросов АЭС в атмосферу.

Раздел 4. Источники образования отходов в ядерном топливном цикле и основные принципы защиты окружающей среды

Источники образования отходов в ядерном топливном цикле. Классификация радиоактивных отходов АС. Специфика условий эксплуатации АС.

Темы лекций:

3. Образование радиоактивных отходов при работе АЭС.

Темы практических занятий:

4. Расчет газгольдера выдержки технологических сдувок (аудиторная работа - 2 часа, самостоятельная).

Название лабораторных работ

2. Определение радионуклидного состава пробы почвы и оценка активности отдельных выявленных радионуклидов в пробе на гамма-спектрометре. Часть 1.

Раздел 5. Технологии очистки газоаэрозольного выброса и защитного газа

Характеристика газоаэрозольного выброса. Способ фронтальной радиохроматографии. «Вечные» колонны. Эффективность радиохроматографической системы (РХГС). Способы охлаждения и осушки очищаемого газа. Схемы РХГС очистки технологических газов на АС с реакторами ВВЭР и РБМК. Очистка от РБГ защитного газа на АС с реакторами на быстрых нейтронах. Очистка технологических сдувок от йода и аэрозолей. Типы аэрозольных фильтров, эффективность их работы. Очистка вентиляционных выбросов. Системы вентиляции АС. Аэродинамика помещений АС. Специальная вентиляция, технологическая вентиляция, общеобменная вентиляция. Системы очистки вентиляционного воздуха АС.

Темы лекций:

4. Газоаэрозольный выброс АЭС и его составляющие.
5. Защита воздушного бассейна при работе АЭС.
6. Методы очистки технологических газов от РБГ.
7. Процессы в радиохроматографических системах АЭС.

8. Схема и оборудование радиохроматографической системы на АЭС с ВВЭР.
9. Схемы и оборудование РХГС на АЭС с РБМК и РБН.
10. Очистка технологических газов от радионуклидов йода.
11. Очистка технологических газов от радиоактивных аэрозолей.
12. Система дожигания водорода.
13. Совершенствование систем СГО.
14. Организация вентиляции на АЭС.
15. Схемы и оборудование для очистки вентиляционного воздуха.

Темы практических занятий:

5. Расчет эффективности угольного адсорбера.

Названия лабораторных работ:

3. Определение радионуклидного состава пробы почвы и оценка активности отдельных выявленных радионуклидов в пробе на гамма-спектрометре. Часть 2.

Раздел 6. Рассеивание вредных выбросов в атмосферном воздухе

Строение атмосферы. Уравнение турбулентной диффузии при рассеивании радионуклидов. Форма факела выброса. Влияние различных факторов на эффективность рассеивания выброса в атмосферном воздухе.

Темы лекций:

16. Рассеивание выброса АЭС в атмосферном воздухе.

Темы практических занятий:

6. Исследование рассеивания в атмосферном воздухе радиоактивных благородных газов, радионуклидов йода и радиоактивных аэрозолей, содержащихся в выбросе АЭС.

Названия лабораторных работ:

4. Измерение радиоактивности источника ионизирующего излучения.

Раздел 7. Защита водных ресурсов от загрязнений жидкими отходами

Очистка жидких радиоактивных отходов. Основная технологическая схема очистки сбросных вод, содержащих радионуклиды. Выбор схем дезактивации сбросных вод в зависимости от состава загрязнений. Перспективы совершенствования очистки радиоактивных сбросных вод. Распространение жидких радиоактивных сбросов в водоеме-охладителе. Распространение трития в водоеме охладителя и атмосфере.

Названия лабораторных работ:

5. Измерение плотности потока радона с поверхности земли.

Раздел 8. Тепловое загрязнение и шумовое воздействие АЭС на окружающую среду при работе АЭС

Масштабы потребления воды при охлаждении конденсаторов турбин. Допустимые температуры воды в естественных водоемах и водостоках. Способы ограничения температур сбросной и смешанной воды. Перспективы применения различных способов охлаждения. Использование сбросного тепла АЭС.

Темы лекций:

17. Тепловое загрязнение водоемов при работе АЭС.
18. Снижение шумового воздействия АЭС на окружающую среду.

Названия лабораторных работ:

6. Измерение альфа-, бета-активности воды с целью контроля ее качества.

Раздел 9. Системы обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами

Требования безопасности при проектировании и эксплуатации систем обращения с радиоактивными отходами. Кондиционирование радиоактивных отходов. Отверждение жидких радиоактивных отходов. Переработка радиоактивных отходов. Хранение жидких радиоактивных отходов. Захоронение радиоактивных отходов.

Темы лекций:

19. Системы обращения с жидкими радиоактивными отходами.
20. Обращение с твердыми радиоактивными отходами.
21. Локализация радиоактивных отходов.
22. Альтернативные концепции удаления РАО.

Темы практических занятий:

7. Расчет процесса охлаждения контейнера с отработавшим ядерным топливом.

Раздел 10. Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)

Концепции обращения с ОЯТ. Временное хранение ОЯТ на АС. Транспортировка ОЯТ. Длительное хранение ОЯТ. Переработка, обращение с РАО от переработки ОЯТ.

Темы лекций:

23. Обращение с отработавшим ядерным топливом.

Темы практических занятий:

8. Изучение правил обращения с радиоактивными отходами.

Названия лабораторных работ:

7. Мониторинг радиационной обстановки Томской области в автоматизированной системе контроля радиационной обстановки (АСКРО ТО). Часть 1.

Раздел 11. Радиационный контроль окружающей среды

Радиационная обстановка в России. Радиационная обстановка в районах размещения действующих АС. Методы и приборы радиационного контроля окружающей среды. Контроль загрязнений в почве. Контроль выбросов в атмосферу. Контроль сбросов в водоемы. Радиационный экологический мониторинг в районе АС. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки АСКРО. Предотвращение загрязнения окружающей среды при аварийных ситуациях на АС. Фактические данные по последствиям аварий на АС. Анализ радиационной обстановки в России и Томской области.

Темы лекций:

24. Радиационный мониторинг окружающей среды при работе АЭС.

Название лабораторных работ

8. Мониторинг радиационной обстановки Томской области в автоматизированной системе контроля радиационной обстановки (АСКРО ТО). Часть 2.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к контрольной работе, экзамену;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Крамер-Агеев, Е. А. Инструментальные методы радиационной безопасности : учебное пособие / Е. А. Крамер-Агеев, В. С. Трошин. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 88 с. — ISBN 978-5-7262-1435-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75897> (дата обращения: 15.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Острейковский, В. А. Безопасность атомных станций : учебное пособие / В. А. Острейковский, Ю. В. Швыряев. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 352 с. — ISBN 978-5-9221-0998-. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49086> (дата обращения: 15.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Ананьев, А. Н. Сейсмическая безопасность атомных станций / А. Н. Ананьев, П. С. Казновский, С. П. Казновский, В. И. Лебедев, Х. Д. Чеченов - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 230 с. - ISBN 978-5-7038-3517-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703835173.html> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Наумов, И. А. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : учеб. пособие / И. А. Наумов, Т. И. Зиматкина, С. П. Сивакова - Минск : Выш. шк., 2015. - 287 с. - ISBN 978-985-06-2544-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850625441.html> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) – <http://www.rosatom.ru/>
2. «Концерн Росэнергоатом», ОАО (компания, эксплуатирующая АЭС России, Москва) – <http://www.rosenergoatom.ru/>
3. ТВЭЛ, ОАО (производитель ядерного топлива, Москва) – <http://www.tvel.ru/>
4. ВНИИАМ — Всероссийский научно-исследовательский институт атомного энергетического машиностроения (ОАО «ВНИИАМ») – <http://www.vniiam.ru/>
5. Nuclear.Ru (информационно-аналитический портал для специалистов атомной отрасли) – <http://www.nuclear.ru/>
6. Atominfo.Ru (информационно-аналитический сайт для специалистов атомной отрасли) – <http://www.atominfo.ru/>
7. Атомная энергетика в Томской области – <http://www.aes.tomsk.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Word 2010;
2. Microsoft Power Point 2010;
3. Excel;
4. Document Foundation LibreOffice;
5. Adobe Acrobat X Pro;
6. CorelDraw X7;
7. Free Pascal;

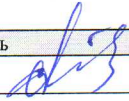
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30 209	– Доска аудиторная настенная - 3 шт.; – Комплект учебной мебели на 96 посадочных мест; – Компьютер - 2 шт.; – Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 101А	– Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; – Тумба подкатная - 1 шт.; – Стол письменный - 1 шт.; – Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; – Частотомер GFC-813Н - 1 шт.; – Виброметр -К1 - 1 шт.; – Сварочный аппарат - 1 шт.; – Верстак слесарный_109-13 - 2 шт.; – Мультимонитор РНТ-027М (рН метр, кондуктометр) - 2 шт.; – Виброизмерительный прибор "Опал" - 1 шт. – ;Микроскоп - 1 шт.; – Измеритель двухканальный ТРМ 200 - 2 шт.; – Измеритель влажн. НТ-3004 - 1 шт.; – Анеометр АТТ-1002 - 1 шт.; – Манометр ДМ5001Е-4кгс/см2 - 2 шт.; – Компьютер - 12 шт.; – Телевизор - 2 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302	– Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.

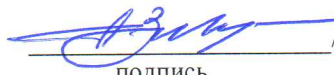
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова		А.М. Антонова

Программа одобрена на заседании отделения НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 11 от 19.06. 2018г.).

Заведующий кафедрой - руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры,
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 29 от 30.05.2019 г.
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020 г.
	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 44 от 26.06.2020 г.