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 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Природоохранные технологии на АЭС			
Направление подготовки/ специальность	**14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг**		
Образовательная программа (направленность (профиль))	**Nuclear power plants: design, operation and engineering / Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг**		
Специализация	**Design and operation of nuclear power plants / 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 10**	Обеспечивающее подразделение	**НОЦ И.Н.Бутакова**

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры		**Заворин А.С.**
Руководитель ООП		**Лавриненко С.В.**
Преподаватель		**Антонова А.М.**

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	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	Р18	ПК(У)- 8.В1	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.З1	Знает виды экологического воздействия при строительстве и эксплуатации АС, принципы обеспечения безопасности АС при нормальной работе и в аварийных ситуациях
			ПК(У)- 8.В4	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 базопасность : 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-813H - 1 шт.; – Виброметр -К1 - 1 шт.; – Сварочный аппарат - 1 шт.; – Верстак слесарный_109-13 - 2 шт.; – Мультимонитор PHT-027M (pH метр, кондуктометр) - 2 шт.; – Виброизмерительный прибор "Опал" - 1 шт. – ;Микроскоп - 1 шт.; – Измеритель двухканальный TPM 200 - 2 шт.; – Измеритель влажн. HT-3004 - 1 шт.; – Анеометр ATT-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 аттестации634034, 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 (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

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

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС (протокол от 18.05.2017 г. № 19).

Заведующий кафедрой – руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры
д.т.н., профессор _____/Заворин А.С./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н.Бутакова (протокол)
20___/____ учебный год		