

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

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИЦЭ

Матвеев А.С.

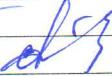
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Принципы обеспечения безопасности 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	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		40
	Практические занятия		24
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч			44
ИТОГО, ч			108

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.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)- 8.31	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
		ПК(У)- 8.34	Знает методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПСК(У)-1.8	способностью проводить эскизное и предэскизное проектирование и конструирование элементов и систем ЯЭУ с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ПСК(У)-1.8.В1	Владеет опытом анализа принципов обеспечения безопасности АС, норм и регламентов эксплуатации при проектировании
		ПСК(У)-1.8.У1	Умеет проводить анализ безопасности эксплуатации АС, учитывать опыт эксплуатации, основные принципы обеспечения безопасности АС и культуры безопасности при проектировании
		ПСК(У)-1.8.31	Знает основные принципы обеспечения безопасности, нормы и правила обеспечения эффективной и безопасной эксплуатации, принципы культуры безопасности при эксплуатации АС и опыт эксплуатации основного оборудования 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		
Код	Наименование	Компетенция
РД1	Знание принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ПК(У)-8
РД2	Знать основы эксплуатации современного оборудования и приборов АЭС при нормальной эксплуатации и при её нарушениях	ПСК(У)-1.8
РД3	Уметь проводить прочностные расчеты оборудования АЭС и его элементов в стационарных и нестационарных режимах работы	ПСК(У)-1.8
РД4	Иметь опыт применения требований отраслевых стандартов в области анализа надежности и безопасности АЭС	ПК(У)-8

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Тема 1. Основные составляющие проблемы безопасности	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 2. Обеспечение качества и культуры безопасности	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 3. Контроль и управление реактивностью	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 4. Охлаждение активной зоны	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 5. Локализация и удержание радиоактивных продуктов	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 6. Безопасность и риск	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 7. Надежность элементов и систем АЭС	РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 8. Количественные показатели надежности	РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 9. Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 10. Прогнозирование надежности	РД2, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Тема 11. Обращение и хранение отработавшего топлива и радиоактивных отходов	РД2, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	2
Тема 12. Анализ крупнейших аварий на АЭС	РД1, РД	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	2

Содержание разделов дисциплины:

Тема 1. Основные составляющие проблемы безопасности

Цели и задачи обеспечения безопасности. Основные принципы обеспечения

безопасности. Российская и международная нормативно-регламентирующая документация.

Темы лекций:

1. Основные составляющие проблемы безопасности
2. Российская и международная нормативно-регламентирующая документация.

Темы практических занятий:

1. Методы анализа и показатели безопасности АЭС

Раздел 2. Обеспечение качества и культуры безопасности

Культура безопасности. INSAУ-4. Основные составляющие культуры безопасности. Обеспечение качества на этапах жизни АЭС. Международный стандарт качества ISJ-900. ПДК АС – программа обеспечения качества.

Темы лекций:

3. Обеспечение качества и культуры безопасности
4. Международный стандарт качества ISJ-900. ПДК АС – программа обеспечения качества.

Темы практических занятий:

2. Расчет показателей надежности (ПН) неремонтируемых элементов.

Раздел 3. Контроль и управление реактивностью

Ядерная безопасность ПВЯ РУ АС – 89. Требования ядерной безопасности к эксплуатации АЭС. Перечень исходных событий для АЭС, для расчетного анализа аварий ТС ТОК АС-85. Динамические характеристики реакторов ВВЭР. РБМК, БН. Системы, обеспечивающие ядерную безопасность. Требования к аварийной системе. Обеспечение ядерной безопасности при работах с твэлами ТВС, их хранении и транспортировке.

Темы лекций:

5. Контроль и управление реактивностью
6. Требования ядерной безопасности к эксплуатации АЭС.

Темы практических занятий:

3. Динамические характеристики реакторов ВВЭР. РБМК, БН.

Раздел 4. Охлаждение активной зоны

ТС ТОБ АС-85 – перечень исходных событий с нарушением теплоотвода. Источники энерговыделения в ядерном реакторе при авариях. Остаточное тепловыделение, аккумулированное тепло теплехимических реакций. Изменение параметров первого контура при ПА с разрывом первого контура. Особенности теплообмена в активной зоне при авариях.

Темы лекций:

7. Охлаждение активной зоны
8. Источники энерговыделения в ядерном реакторе при авариях.

Темы практических занятий:

4. Расчет показателей надежности восстанавливаемых элементов.

Раздел 5. Локализация и удержание радиоактивных продуктов

ОПБ – 88/97 – принцип единичного отказа. Резервирование. Физическое разделение.

Методы проектирования. Исходные данные для расчета системы безопасности. Детерминистский и вероятностный методы. Системы безопасности: защитные, локализирующие, управляющие системы безопасности. Внешние и внутренние события, учитываемые в проекте. Управление авариями. Подсистема системы безопасности.

Темы лекций:

9. Локализация и удержание радиоактивных продуктов
10. Системы безопасности

Темы практических занятий:

5. Внешние и внутренние события, учитываемые в проекте.

Раздел 6. *Безопасность и риск*

Количественный подход к оценке риска. Кривые Фармера и Расмуссена. Этапы проведения вероятностного анализа безопасности. Коллективный и индивидуальный риск.

Темы лекций:

11. Безопасность и риск
12. Этапы проведения вероятностного анализа безопасности.

Темы практических занятий:

6. Построение структурно-функциональных схем АЭС. Расчет показателей надежности АЭС, как структурно-сложной системы.

Раздел 7. *Надежность элементов и систем АЭС*

Цели и задачи изучения надежности. Основные понятия и определения по ГОСТ 27002-89. Работоспособность состояния. Отказы, классификация объектов.

Свойства реактора, связанные с надежностью: безотказность, долговечность, ремонтпригодность. Случайный характер отказов и математический аппарат для их исследований.

Темы лекций:

13. Надежность элементов и систем АЭС
14. Свойства реактора, связанные с надежностью

Темы практических занятий:

7. Случайный характер отказов и математический аппарат для их исследований.

Раздел 8. *Количественные показатели надежности*

Количественные показатели надежности для неремонтируемых объектов, Нарботка до отказа, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, частота отказов. Использование законов распределения случайных величин. Статистические данные по отказам энергетического оборудования: отказы в работе турбин, ядерной реакторной установки; вспомогательного оборудования и систем регулирования.

Темы лекций:

15. Количественные показатели надежности
16. Статистические данные по отказам энергетического оборудования

Темы практических занятий:

8. Расчет ПН по результатам эксплуатации.

Раздел 9. Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации

Методы оценки эксплуатационной надежности тепломеханического оборудования. Статистические методы обработки информации о надежности оборудования. Проверка правдоподобия гипотез распределения и доверительная вероятность результата. Информационное обеспечение для расчета показателей надежности энергетического оборудования АЭС.

Темы лекций:

17. Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации.

Темы практических занятий:

9. Проверка правдоподобия гипотез распределения и доверительная вероятность результата.

Раздел 10. Прогнозирование надежности

Прогнозирование надежности: задачи, возможно последовательное соединение элементов. Расчет надежности систем сложных структур. Методы прямого перебора. Аналитико-статистический метод. Метод минимальных путей и сечений. Марковская модель структурно-сложных систем. Динамика изменения надежности АЭС в процессе эксплуатации. Влияние технического обслуживания на надежность АЭС. Организация профилактических осмотров, проверок, ремонта и замены элементов. Совершенствование систем контроля и управления. Вспомогательные системы контроля состояния реакторной установки.

Темы лекций:

18. Прогнозирование надежности

Темы практических занятий:

10. Расчет тепловыделения в а.з. реактора при проектных авариях.

Раздел 11. Обращение и хранение отработавшего топлива и радиоактивных отходов

Проблемы и способы хранения отработавшего топлива для РУ различного типа. Обращение и хранение радиоактивных отходов.

Темы лекций:

19. Обращение и хранение отработавшего топлива и радиоактивных отходов

Темы практических занятий:

11. Обращение и хранение радиоактивных отходов.

Раздел 12. Анализ крупнейших аварий на АЭС

Аварии на ТМЯ-2, ЧАЭС-4. Последовательность развития, причины, ущерб, реконструкция действующих аналогичных ЯЭБ.

Темы лекций:

20. Анализ крупнейших аварий на АЭС

Темы практических занятий:

12. Расчет величины аварийного резерва в энергосистеме.

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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Гордон, Б. Г. Безопасность ядерных объектов : учебное пособие / Б. Г. Гордон. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-7262-1953-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103215> (дата обращения: 08.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гриненко, В. А. Физическая защита радиационно-опасных объектов. Инженерно-технические средства охраны : монография / В. А. Гриненко, А. И. Коростелев. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. — 252 с. — ISBN 978-5-7262-2040-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103216> (дата обращения: 08.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Ананьев А.Н., Сейсмическая безопасность атомных станций / А.Н. Ананьев, П.С. Казновский, С.П. Казновский, В.И. Лебедев, Х.Д. Чеченов - М. : 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: 08.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. 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: 08.12.2020). - 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. электронное учебное пособие «Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС». Режим доступа: <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=146> ;

2. Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) – <http://www.rosatom.ru/>

3. «Концерн Росэнергоатом», ОАО (компания, эксплуатирующая АЭС России, Москва) – <http://www.rosenergoatom.ru/>

4. Атомстройэкспорт, ЗАО (строительство и эксплуатация АЭС за рубежом, Москва) – <http://www.atomstroyexport.ru/>

5. ИБРАЭ — Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (Москва) – <http://www.ibrae.ac.ru/>

6. ВНИИАМ — Всероссийский научно-исследовательский институт атомного энергетического машиностроения (ОАО «ВНИИАМ») – <http://www.vniiam.ru/>

7. Информационный портал о радиационной обстановке на объектах российской атомной отрасли – <http://www.russianatom.ru/>

8. Пресс-центр атомной энергетики и промышленности – <http://www.minatom.ru>

9. Nuclear.Ru (информационно-аналитический портал для специалистов атомной отрасли) – <http://www.nuclear.ru/>

10. Atominfo.Ru (информационно-аналитический сайт для специалистов атомной отрасли) – <http://www.atominfo.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. Document Foundation LibreOffice;
4. демонстрационная тренажер-программа “ПГ энергоблока БН-600”;
5. демонстрационная тренажер-программа “ПГ энергоблока БН-800”;
6. «ТАВЛ1» - программа определения термодинамических и теплофизических параметров воды и водяного пара;
7. WaterSteamPro – программа теплофизических и термодинамических свойств теплоносителей.

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 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.