

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

Эксплуатация 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)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	40	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	40	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч		136	
ИТОГО, ч		216	

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.
	Кузьмин А.В.

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)-10	готовностью к разработке проектов узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, к использованию в разработке технических проектов новых информационных технологий	ПК(У)- 10.B1	Владеет опытом формулирования норм и регламентов эксплуатации АС при проектировании
		ПК(У)- 10.U1	Умеет использовать опыт эксплуатации АС при проектировании
		ПК(У)- 10.31	Знает опыт эксплуатации АС
ПК(У)-20	способностью демонстрировать основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске, останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности	ПК(У)- 20.B1	Владеет опытом выполнения работ по эксплуатации установок и систем энергоблока на тренажерах АС
		ПК(У)- 20.U1	Умеет разрабатывать программу управления жизненным циклом станции
		ПК(У)- 20.31	Знает основные меры обеспечения способности конструкций, систем и элементов выполнять свои проектные функции
ПК(У)-21	способностью анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС (и ЯЭУ) применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АС	ПК(У)- 21.B1	Владеет опытом анализа технологий монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков
		ПК(У)- 21.U1	Умеет определять последовательность операций монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков
		ПК(У)- 21.31	Знает основы технологий монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС
ПК(У)-27	способностью организовывать экспертизу технической документации, готовностью к исследованию причин неисправностей оборудования, принятию мер по их устранению	ПК(У)- 27.B1	Владеет опытом анализа технической документации, характеристик основного и вспомогательного оборудования АС, причин нарушений в его работе и способов их устранения
		ПК(У)- 27.U1	Умеет определять и анализировать характеристики основного и вспомогательного оборудования, нарушения в его работе и способы их устранения
		ПК(У)- 27.31	Знает характеристики основного и вспомогательного оборудования АС, возможные неисправности оборудования, их причины и способы устранения
ПСК(У)-1.2	готовностью к проведению физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом	ПСК(У)-1.2.B1	Владеет опытом анализа результатов физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока
		ПСК(У)-1.2.U1	Умеет определять нейтронно-физические параметры реакторной установки
ПСК(У)-1.13	способностью понимать причины накладываемых на режимы ограничений, связанных с требованиями по безопасности	ПСК(У)-1.13.B1	Владеет опытом анализа причин ограничений, связанных с требованиями безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС
		ПСК(У)-1.13.U1	Умеет анализировать причины ограничений, связанных с требованиями

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
	и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС		безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС
		ПСК(У)-1.13.31	Знает ограничения, связанные с требованиями безопасности и особенностями конструкций основного оборудования и возможностями технологических схем АС
ПСК(У)-1.14	способностью выполнять типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере	ПСК(У)-1.14.В1	Владеет опытом выполнения типовых операций по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере
		ПСК(У)-1.14.У1	Умеет выполнять типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере
		ПСК(У)-1.14.31	Знает типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на понятийном тренажере
ПСК(У)-1.15	готовностью применять принципы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности	ПСК(У)-1.15.В1	Владеет опытом анализа оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности
		ПСК(У)-1.15.У1	Умеет использовать принципы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом
		ПСК(У)-1.15.31	Знает принципы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока в целом при различных режимах работы АС с соблюдением требований безопасности

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	Знать требования, предъявляемые к АЭС при эксплуатации, и пути их выполнения	ПК(У)-20 ПК(У)-21
РД2	Знать основы эксплуатации современного оборудования и приборов АЭС при нормальной эксплуатации, при её нарушениях, при ремонте и перегрузках	ПСК(У)-1.14 ПК(У)-27
РД3	Уметь применять на практике принципы организации эксплуатации АС	ПСК(У)-1.15
РД4	Владеть навыками анализа причин ограничений, накладываемых на режимы эксплуатации АЭС	ПСК(У)-1.13

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. Организация эксплуатации	РД1	Лекции	8
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	28
Раздел 2. Режимы эксплуатации АЭС с реакторами ВВЭР, РБМК и БН	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	28
Раздел 3. Научно-техническое обеспе-	РД4	Лекции	8

чение эксплуатации, эксплуатационный контроль и управление АЭС		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	28
Раздел 4. Ввод АЭС в эксплуатацию	РД3	Лекции	8
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	26
Раздел 5. Экономичность АЭС. Режимы использования ядерного топлива. Техническое обслуживание оборудования АЭС	РД1, РД2	Лекции	8
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	26

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Организация эксплуатации

Введение. Структура, цели и задачи изучения дисциплины. Сравнение ЯЭБ по эксплуатационным характеристикам, безопасности воздействий на окружающую среду.

Организация эксплуатации АЭС. Организационные принципы управления АЭС. Структурные подразделения АЭС, их задач и взаимоотношения. Основные нормативные документы, регламентирующие эксплуатацию АЭС. Эксплуатационный персонал АЭС. Требования к персоналу АЭС. Производственное обучение, повышение квалификации и проверка знаний персонала. Характеристика деятельности, цели, методы и программы подготовки оперативного персонала. Обучение операторов на тренажерах: и оценка эффективности обучения.

Темы лекций:

1. Введение.
2. Режимы работы АЭС в энергосистемах
3. Производственное обучение, повышение квалификации и проверка знаний персонала.
4. Обучение операторов на тренажерах: и оценка эффективности обучения.

Названия лабораторных работ:

1. Программы регулирования энергоблоков АЭС
2. Неравномерность графика нагрузки
3. Диапазоны изменения мощности блока
4. Принципы регулирования частоты

Раздел 2. Режимы эксплуатации АЭС с реакторами ВВЭР, РБМК и БН

Режимы эксплуатации энергоблоков с реакторами типа ВВЭР, РБМК и БН. Характеристика стационарных, переходных и аварийных режимов блока. Теплогидравлические процессы в реакторах, парогенераторах и основных контурах. Маневренность блока. Пуск. Плановый и аварийный остановки блока.

Темы лекций:

5. Требования к маневренным характеристикам электростанций.
6. Показатели маневренности АЭС.
7. Теплогидравлические процессы в реакторах, парогенераторах и основных контурах
8. Плановый и аварийный остановки блока.

Названия лабораторных работ:

5. Моделирование нестационарных процессов в реакторе РБМК.
6. Моделирование процессов пуска и остановки турбины АЭС
7. Режимы эксплуатации турбинных установок
8. Пуск парогенератора ПГН-200М

Раздел 3. Научно-техническое обеспечение эксплуатации, эксплуатационный контроль и управление АЭС

Научно-техническое обеспечение эксплуатации. Задачи, Структура и организация научно-технического обеспечения. Формирование поля энерговыделений реактора.

Профилирование расхода по активной зоне. Методы аппаратурно-программного контроля температурного режима активной зоны и мощности реактора. Измерение эффектов реактивности. Работоспособность тепловыделяющих элементов.

Темы лекций:

9. Внешняя организационная структура управления эксплуатацией АЭС.
10. Внутренняя организационная структура управления эксплуатацией АЭС.
11. Структура и организация научно-технического обеспечения.
12. Формирование поля энерговыделений реактора.

Названия лабораторных работ:

9. Температурные напряжения при переменных режимах работы оборудования АЭС.
10. Профилирование расхода по активной зоне.
11. Измерение эффектов реактивности.
12. Работоспособность тепловыделяющих элементов.

Раздел 4. Ввод АЭС в эксплуатацию

Организация наладки и ввода в эксплуатацию АЭС. Задачи, принципы и объемы пуско-наладочных работ на АЭС с реакторами различных типов. Организация приемки в эксплуатацию оборудования и сооружений АЭС. Государственная приемочная комиссия. Ее состав, функции. Основные документы по приемке оборудования, наладке и вводу в эксплуатацию АЭС. Объем пускового комплекса АЭС.

Темы лекций:

13. Подготовка персонала на АЭС.
14. Техническая документация на АЭС
15. Задачи, принципы и объемы пуско-наладочных работ на АЭС с реакторами различных типов.
16. Организация приемки в эксплуатацию оборудования и сооружений АЭС

Названия лабораторных работ:

13. Эффективность гидравлического профилирования в ЯЭР
14. Подъем мощности энергоблока и ПГ
15. Плановый останов парогенератора энергоблока БН-600
16. Аварийные режимы

Раздел 5. Экономичность АЭС. Режимы использования ядерного топлива. Техническое обслуживание оборудования АЭС

Экономичность эксплуатации АЭС. Требования к экономичности и технико-экономическим показателям АЭС. Себестоимость электроэнергии на АЭС

Использование ядерного топлива. Перегрузка ядерного топлива. Влияние надежности тепловыделяющих сборок, глубины выгорания и длительности кампании на экономичность АЭС. Доставка и хранение свежего ядерного топлива. Хранение и транспортировка отработавших ТВС. Использование отработавшего топлива.

Техническое обслуживание оборудования АЭС. Требования к организации технического обслуживания на АЭС. Проверки, осмотры, ремонт и замена оборудования на АЭС. Дезактивация оборудования.

Темы лекций:

17. Характерные режимы эксплуатации АЭС.
18. Хранение и транспортировка отработавших ТВС.
19. Использование отработавшего топлива.
20. Проверки, осмотры, ремонт и замена оборудования на АЭС.

Названия лабораторных работ:

17. Переменные режимы работы теплообменного оборудования.
18. Перегрузка ядерного топлива.
19. Влияние надежности тепловыделяющих сборок, глубины выгорания и длительности кампании на экономичность АЭС.
20. Останов реактора

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 и семинарским занятиям;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- подготовка к контрольным работам и экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Баклушин, Р. П. Эксплуатационные режимы АЭС : учебное пособие / Баклушин Р. П. - 2-е изд. , перераб. и доп. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. - 532 с. - ISBN 978-5-383-00641-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/MPEI177.html> (дата обращения: 11.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Наумов, В. И. Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие / В. И. Наумов. — 2-е изд. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 148 с. — ISBN 978-5-7262-1861-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75778> (дата обращения: 11.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Выговский, С. Б. Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие / С. Б. Выговский, Н. О. Рябов, Е. В. Чернов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 304 с. — ISBN 978-5-7262-1819-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75777> (дата обращения: 18.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Герасимова, А. Г. Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС. Лабораторный практикум : учебное пособие / А. Г. Герасимова. — Минск : Вышэйшая школа, 2013. — 222 с. — ISBN 978-985-06-2296-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65559> (дата обращения: 11.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Герасимова, А. Г. Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС : учебное пособие / А. Г. Герасимова. — Минск : Высшая школа, 2011. — 272 с. — ISBN 978-985-06-2008-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65558> (дата обращения: 11.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный учебник «Эксплуатация АЭС» в среде LMS MOODLE. Режим доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2520>.
2. Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) – <http://www.rosatom.ru/>
3. «КонцернРосэнергоатом», 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. НИКИЭТ им. Н. А. Доллежала (Москва) – <http://www.nikiet.ru/>
7. Всероссийский научно-исследовательский институт атомного энергетического машиностроения (ОАО «ВНИИАМ») – <http://www.vniiam.ru/>

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

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

1. Document Foundation LibreOffice;
2. Cisco Webex Meetings\$
3. Zoom Zoom.
4. Microsoft Word 2010
5. Microsoft Power Point 2010
6. Excel
7. Adobe Acrobat X Pro
8. CorelDraw X7
9. 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 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,38	– Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; – Крепление для проектора Perless PRG-UNV - 1 шт.; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового про-	– Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; – Тумба подкатная - 1 шт.;

	ектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 101А	- 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.
--	--	--

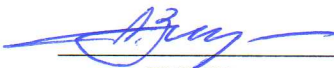
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова		А.В. Воробьев

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.