

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

Нагнетатели 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	9,10*
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен Диф.зачет	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.
	Воробьев 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)-6	владением основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования ();	ПК(У)- 6.B1	Владеет опытом использования методов расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин
		ПК(У)- 6.У1	Умеет проводить расчеты на прочность элементов конструкций, механизмов и машин
		ПК(У)- 6.31	Знает методы расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин
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.У1	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)-1.5	готовностью к разработке проектов элементов и систем АС и ЯЭУ с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий	ПСК(У)-1.5.B1	Владеет опытом использования знаний по теоретическим основам функционирования, технологическим схемам, конструкциям и характеристикам оборудования основных типов АС при проектировании
		ПСК(У)-1.5.У1	Умеет применять знания по теоретическим основам функционирования, технологическим схемам, конструкциям и характеристикам оборудования основных типов АС при проектировании
		ПСК(У)-1.5.31	Знает теоретические основы функционирования, технологические схемы, конструкции и характеристики оборудования основных типов 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	Применять знания основных гидродинамических и конструктивных характеристик нагнетателей АЭС для анализа и расчета протекающих в них процессов.	ПК(У)-6
РД2	Уметь составлять схемы и математические модели процессов в нагнетателях различного типа, увязывать характеристики нагнетателя с характеристикой сети, обосновывать совместную работу нагнетателей, определять их показатели.	ПСК(У)-1.5
РД3	Использовать данные технической документации и других информационных источников по тематике, связанной с проектированием и эксплуатацией нагнетателей АЭС, для обеспечения их надежной работы.	ПК(У)-27
РД4	Владеть современными методами и средствами проектирования для выполнения конструкторских и проверочных гидравлических и механических расчетов нагнетателей атомных электростанций.	ПК(У)-6

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	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	19
Раздел 2. Назначение насосов и их место в тепловой схеме АЭС	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	19
Раздел 3. Основы теории центробежных машин	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28
Раздел 4. Подобие центробежных машин	РД2, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	19
Раздел 5. Работа центробежных насосов в сети	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	13
Раздел 6. Устройство и эксплуатация насосов АЭС	РД3, РД4	Лекции	6
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	15
Раздел 7. Струйные насосы	РД1	Лекции	-
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	6
Раздел 8. Центробежные вентиляторы	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 9. Компрессоры	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	9

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение

Назначение и содержание курса. Понятие нагнетателя. Типы нагнетателей. История создания и развития нагнетателей. Области использования различных нагнетателей.

Темы лекций:

1. Введение.

Темы практических занятий:

1. Основные характеристики центробежного насоса
2. Области использования различных нагнетателей

Названия лабораторных работ:

1. Определение характеристики вихревого насоса

Раздел 2. Назначение насосов и их место в тепловой схеме АЭС

Понятие насоса. Классификация насосов по назначению, по принципу действия. Основные параметры насосов: подача, напор, полезная удельная работа, мощность, КПД. Понятие насосной установки. Основные элементы насосной установки, их назначение. Устройство и принцип действия центробежного насоса.

Темы лекций:

2. Насосная установка и ее основные элементы.

Темы практических занятий:

3. Расчет сети конденсатного насоса
4. Определение параметров насоса
5. Устройство и принцип действия центробежного насоса

Раздел 3. Основы теории центробежных машин

Конструктивная схема рабочего колеса центробежной машины, основные геометрические и кинематические характеристики. Типы рабочих лопастей центробежной машины.

Темы лекций:

3. Основы теории центробежных насосов
4. Потери энергии и КПД лопастной машины

Темы практических занятий:

6. Совместная работа насосов.
7. Основные геометрические и кинематические характеристики насосов

Названия лабораторных работ:

2. Изучение конструкций конденсатного и питательного насосов.
3. Изучение конструкций сетевого насосов

Раздел 4. Подобие центробежных машин

Необходимость и значение теории подобия. Условия подобия. Критерии подобия: коэффициент быстроходности. Формулы пропорциональности. Универсальные и безразмерные характеристики. Определение размеров рабочего колеса центробежной машины. Основные положения расчета: цель, исходные данные. Алгоритм упрощенного метода расчета рабочего одноступенчатого центробежного насоса.

Темы лекций:

5. Подобие центробежных насосов

Темы практических занятий:

8. Расчет параметров обточки рабочего колеса центробежного насоса
9. Определение размеров рабочего колеса центробежной машины
10. Алгоритм упрощенного метода расчета рабочего одноступенчатого центробежного насоса

Раздел 5. Работа центробежных насосов в сети

Способы регулирования подачи и напора центробежных насосов. Сравнительная оценка разных способов регулирования. Параллельное и последовательное соединение центробежных насосов. Неустойчивость работы центробежных насосов. Понятие и физическая природа кавитации. Геометрическая и вакуумметрическая высота всасывания, кавитационный запас. Мероприятия для предотвращения кавитации. Энергосберегающие технологии при эксплуатации насосного оборудования. Мероприятия для обеспечения экономичной

работы насосов. Частотно-регулируемый электропривод (ЧРП): теоретические основы ЧРП, оценка эффекта от применения ЧРП.

Темы лекций:

6. Работа насосов на сеть
7. Регулирование насосной установки

Название лабораторных работ:

4. Исследование параллельной работы насосов

Раздел 6. Устройство и эксплуатация насосов АЭС

Особенности конструкций насосного оборудования АЭС: главный циркуляционный насос, питательные и конденсатные насосы. Материалы, используемые для изготовления узлов и деталей АЭС. Выбор насосов по заданным рабочим параметрам.

Темы лекций:

8. Кавитация в насосах
9. Элементы конструкции центробежных насосов
10. Характеристики насосов, используемых на АЭС

Названия лабораторных работ:

5. Изучение конструкции ГЦН энергоблока ВВЭР-1000.

Раздел 7. Струйные насосы

Понятие и принцип действия струйного насоса. Достоинства и недостатки струйных насосов. Область применения струйных насосов на АЭС. Пароструйный и водоструйный эжекторы: устройство, характеристики и особенности эксплуатации

Раздел 8. Центробежные вентиляторы

Понятие вентилятора. Область применения центробежных вентиляторов на АЭС. Принципиальная конструкция центробежного вентилятора, основные узлы. Давление, развиваемое вентилятором. Коэффициент полного давления. Подача, мощность и КПД вентилятора. Выбор вентилятора по заданным параметрам. Характеристики и регулирование центробежных вентиляторов. Неустойчивость работы вентилятора. Помпаж. Особенности конструкций вентиляторного оборудования АЭС.

Темы лекций:

11. Вентиляторы.

Темы практических занятий:

11. Характеристики центробежного вентилятора.
12. Неустойчивость работы вентилятора

Название лабораторных работ

6. Испытание вентилятора
7. Определение коэффициента полезного действия вентилятора

Раздел 9. Компрессоры

Понятие компрессора и компрессорной установки. Типы компрессоров. Применение компрессоров на АЭС. Основные параметры компрессоров. Термодинамика компрессорных машин. Мощность и КПД компрессора. Объемные компрессоры. Индикаторная диаграмма объемных компрессоров

Темы лекций:

12. Компрессоры.

Название лабораторных работ:

8. Испытание компрессора

Тематика курсовых работ:

1. Проект центробежного насоса типа К заданной производительностью
2. Проект центробежного насоса типа К производительностью 20 м³/ч
3. Проект центробежного насоса типа К производительностью 45 м³/ч
4. Проект центробежного насоса производительностью 170 м³/ч
5. Проект центробежного насоса типа К 65-55-160
6. Проект консольного центробежного насоса с подачей 35 м³/ч
7. Проект консольного центробежного насоса с заданной подачей
8. Проект консольного центробежного насоса типа К 100-80-160
9. Проект центробежного насоса типа К 45/30
10. Проект центробежного насоса типа К 20/30

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 и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Дячек, П. И. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебное пособие / Дячек П. И. - Москва : Издательство АСВ, 2013. - 432 с. - ISBN 978-5-93093-784-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937848.html> (дата обращения: 10.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
2. Шелегов, А. С. Насосное оборудование АЭС : учебное пособие / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 348 с. — ISBN 975-5-7262-1499-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75747> (дата обращения: 10.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Клименко, А. В. Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 3. Тепловые и атомные электростанции / Клименко А. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383-01170-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html> (дата обращения: 10.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Ляшков, В. И. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / В. И. Ляшков. - Москва : Абрис, 2012. - 167 с. - ISBN 978-5-4372-0050-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200506.html> (дата обращения: 10.12.2020). - 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. Электронный учебник «Нагнетатели АЭС» в среде LMS MOODLE. Режим доступа: <http://mdl.lcg.tpu.ru:82/course/view.php?id=259>

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

3. «Концерн Росэнергоатом» – <http://www.rosenergoatom.ru/>

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

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

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

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

8. Atominfo.Ru (информационно-аналитический сайт для специалистов атомной отрасли) – <http://www.atominfo.ru/>

9. 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>

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

1. Windows 7/8/10;
2. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Cisco Webex Meetings\$
5. Zoom Zoom.
6. Excel.
7. Adobe Acrobat X Pro
8. CorelDraw X7.
9. Free Pascal
10. Компьютерная тренажер-программа «АУК ПИТ НАСОС».
11. Компьютерная тренажер-программа «АУК КОНД НАСОС».
12. Компьютерная тренажер-программа «АУК ГЦН энергоблока ВВЭР-1000».
13. Компьютерные программы «TABL1» и «TFS» для определения термодинамических и теплофизических параметров воды и водяного пара.

14. Слайды по насосному оборудованию энергоблоков БН-600, БН-800 и ВВЭР-1000.
15. Видеофильмы (“ГЦН реакторной установки ВВЭР” и др.), фотографии насосов и презентации производителей насосного оборудования.

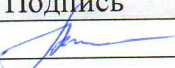
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,31	– Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; – Шкаф для одежды - 1 шт.; – Шкаф для документов - 1 шт.; – Тумба стационарная - 1 шт.; – Стол письменный - 1 шт.; – Компьютер - 16 шт.; – Телевизор - 1 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, 32	– Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; – Компьютер - 20 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.В. Воробьев

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

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.