

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФЭАТ  
Баранов

А.С.

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: Б1.В.12 «Реакторы и парогенераторы АЭС»

Код и наименование направления подготовки (специальности): 13.03.03  
Энергетическое машиностроение

Направленность (профиль, специализация): Котлы, камеры сгорания и  
парогенераторы АЭС

Статус дисциплины: часть, формируемая участниками образовательных  
отношений

Форма обучения: очная

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	К.В. Меняев
Согласовал	Зав. кафедрой «КиРС»	Е.Б. Жуков
	руководитель направленности (профиля) программы	Е.Б. Жуков

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-2	Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1	Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
		ПК-2.2	Обосновывает технические решения при создании объекта профессиональной деятельности
ПК-1	Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ПК-1.1	Предлагает конструкторское решение в сфере энергетического машиностроения
		ПК-1.4	Описывает физико-химические процессы, происходящие в объектах профессиональной деятельности
		ПК-1.5	Выполняет расчеты элементов объектов профессиональной деятельности
ПК-4	Способен проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1	Описывает устройство и принцип работы объекта профессиональной деятельности
		ПК-4.2	Применяет методы оценки и представления результатов обследования объекта профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Механика жидкости и газа, Теплопередача, Термодинамика, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Гидродинамика энергоустановок, Прочность, надежность и диагностика элементов паровых котлов, Энергетические машины и теплообменные аппараты

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	

					(час)
очная	32	0	32	116	76

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

**Лекционные занятия (32ч.)**

1. Анализ состояния атомной энергетики. {дискуссия} (2ч.)[2,4,7,8] Место атомной энергетики в современном энергетическом балансе в РФ и за рубежом
2. Применение парогенераторных установок в системе АЭС.(2ч.)[2,3,4,5,6] Теплотехнические схемы парогенераторных установок двухконтурных АЭС. Парогенераторные установки без перегрева пара и без вынесенного водяного экономайзера. Парогенераторы с вынесенным экономайзером и перегревом пара. Теплотехнические характеристики парогенераторов АЭС с ВВЭР. Тепловой баланс парогенераторов АЭС с ВВЭР.
3. Описание конструктивных схем парогенераторов.(4ч.)[2,4,5,6,7] Конструктивные схемы парогенераторов, обогреваемых водой под давлением. Парогенераторы с жидкометаллическим теплоносителем. Особенности парогенераторов с газовыми теплоносителями.
4. Основы конструктивного, теплового и гидродинамического расчетов парогенераторов АЭС.(12ч.)[2,4,5,6] Задачи проектирования и виды расчетов. Тепловой расчет парогенераторов различных конструкций. Конструкционный расчет. Гидродинамический расчет парогенераторов. Водный режим парогенераторов, сепарационные устройства.
5. Конструкционные материалы и расчет на прочность деталей парогенераторов.(2ч.)[2,4,5,6,7,8] Конструкционные материалы парогенераторов АЭС. Температурный режим поверхностей теплообмена. Техничко-экономические показатели парогенераторных установок.
6. Физические основы ядерной энергетики(2ч.)[3] Ядерная энергия. Строение атома. Структура атомного ядра. Радиоактивность. альфа, бетта - распад, гамма - излучение ядер. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции Общие представления о ядерных реакциях. Нейтронные реакции.
7. Анализ, описание и применение ядерных реакторов.(4ч.)[3,4] Цепная реакция деления ядер. Коэффициент размножения. Нейтронный цикл в реакторах на тепловых и быстрых нейтронах. Особенности размножения

нейтронов в гомогенных и гетерогенных реакторах. Коэффициент использования тепловых нейтронов, влияние обогащения топлива.

Тепловая мощность ядерного реактора. Физические основы управления цепной ядерной реакцией деления. Избыточный коэффициент размножения и реактивность реактора. Период реактора. Подкритическое и надкритическое состояние реактора.

8. Физические процессы в активной зоне реактора.(2ч.)[3,4] Выгорание ядерного топлива. Воспроизводство ядерного топлива. Температурные эффекты, Температурный коэффициент реактивности

9. Описание классификации ядерных реакторов.(2ч.)[3,4,7,8] Теплоносители ЯЭУ. Отвод тепла из активной зоны реактора. Принципиальная схема ЯЭР. Особенности ядерных энергетических установок. Принципиальные схемы АЭС

### **Практические занятия (32ч.)**

1. Анализ и выбор основных параметров парогенератора.(2ч.)[1,2,5] Постановка задачи на проектирование. Анализ исходных данных. Выбор тепловой схемы.

2. Анализ и составление теплового баланса парогенератора.(2ч.)[1,2,5] Анализ теплового баланса парогенератора, построение диаграммы  $Q - t$ .

3. Выполнение теплового расчета парогенераторов АЭС.(10ч.)[1,2,5] Определение расхода теплоносителя, расчет количества труб и скорости теплоносителя.

Определение коэффициентов теплоотдачи при движении теплоносителя внутри труб.

Определение коэффициентов теплоотдачи при кипении рабочего тела в большом объеме.

Определение температурных напоров, расчет площади поверхности теплообмена

4. Выполнение гидравлического расчета парогенераторов АЭС.(6ч.)[1,2,5] Гидродинамический расчет тракта первичного теплоносителя. Гидродинамический расчет тракта рабочего тела.

5. Конструктивные решения для парогенераторов АЭС.(8ч.)[1,2,5] Конструктивные решения в элементах парогенераторов, выравнивающие температурное поле.

Надежность водо-водяных парогенераторов.

Конструкции водо-водяных парогенераторов горизонтального типа.

Конструкции вертикальных парогенераторов.

6. Анализ технико-экономических показателей парогенераторов АЭС.(4ч.)[1,2,5] Оценка экономичности конструкции парогенератора.

### **Самостоятельная работа (116ч.)**

1. Подготовка к лекциям.(16ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8] Проработка основной и дополнительной литературы. Интернет. профессиональные базы данных.

2. Подготовка к коллоквиумам.(10ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8] Работа с литературой, теоретическим материалом.
3. Подготовка к практическим занятиям(19ч.)[1,2,3,4,5,6] Проработка теоретического материала.
4. Выполнение расчетного задания.(25ч.)[1,2,5,7] Целью расчетного задания является детальное изучение парогенератора АЭС горизонтального или вертикального типов и получение навыков его расчета и конструирования.
5. Подготовка к защите расчетного задания.(10ч.)[1,2,4,5,6,7,8] Работа с литературой, теоретическим материалом.
6. Подготовка к экзамену.(36ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8] Проработка основной и дополнительной литературы. Интернет. профессиональные базы данных.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронной информационно-образовательной среде АлтГТУ:

1. Лихачева Г.Н., Меняев К.В., Таймасов Д.Р. Расчет и конструирование парогенераторов атомных электростанций : методические указания к расчетному заданию по дисциплине «Реакторы и парогенераторы АЭС» для студентов направления подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» – Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2021. – с. 44 Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Lihacheva\\_RasKonstGP\\_rz\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Lihacheva_RasKonstGP_rz_mu.pdf)

## 6. Перечень учебной литературы

### 6.1. Основная литература

2. Лихачёва Г.Н. Конструирование парогенераторов АЭС: Учебное пособие по курсу «Реакторы и парогенераторы АЭС» / Г.Н.Лихачёва; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011. – 64с. Режим доступа:

<http://new.elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Lihateva-AES.pdf>

3. Ташлыков, О. Л. Основы ядерной энергетики : учебное пособие / О. Л. Ташлыков. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 212 с. – ISBN 978-5-7996-1822-3. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/66570.html> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Тепловые схемы и циклы атомных электростанций : учебное пособие / В. Н. Новиков, И. С. Радовский, Ю. Е. Литвинцова [и др.]. – 2-е изд. – Москва : Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2021. – 38 с. – ISBN 978-5-7262-2828-0. – Текст : электронный

// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/125507.html> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 6.2. Дополнительная литература

5. Рассохин, Николай Георгиевич.

Парогенераторные установки атомных электростанций : [учебник для вузов по специальности "Атомные электрические станции"] / Н. Г. Рассохин. - [3-е изд., перераб. и доп.]. - Москва : Энергоатомиздат, 1987. - 383, [1] с. : ил., 21 экз.

6. Основные системы энергоблока с реактором ВВЭР-1000 : учебное пособие / В. И. Слободчук, С. Т. Лескин, А. С. Шелегов, Д. Ю. Кашин. – Москва : Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2021. – 112 с. – ISBN 978-5-7262-2759-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/125499.html> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

7. <https://aozio.ru/nuclear/> - Сайт по оборудованию для атомной энергетики

8.

[https://www.gosnadzor.ru/activity/control/acts/nuclear/nuclear\\_fnp/](https://www.gosnadzor.ru/activity/control/acts/nuclear/nuclear_fnp/) - Сайт с Федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии

8. **Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

9. **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
1	OpenOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Wiley - Издательство с доступом к реферативным и полнотекстовым материалам журналов и книг. Содержит большой раздел Computer Science & Information Technology, содержащий pdf-файлы с полными текстами журналов и книг издательства. Фиксируется пользователь информации на уровне вуза (Access by Polzunov Altai State Technical University) ( <a href="https://www.wiley.com/en-ru">https://www.wiley.com/en-ru</a> <a href="https://www.onlinelibrary.wiley.com/">https://www.onlinelibrary.wiley.com/</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )
3	Единая база ГОСТов Российской Федерации ( <a href="http://gostexpert.ru/">http://gostexpert.ru/</a> )
4	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH - самая полная математическая база данных по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др., охватывающая материалы с конца 19 века. ( <a href="https://zbmath.org/">https://zbmath.org/</a> )
5	Профессиональные справочные системы «Техэксперт» ( <a href="https://cntd.ru/about">https://cntd.ru/about</a> <a href="https://chem21.info/info/650887/">https://chem21.info/info/650887/</a> )
6	Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор РФ) - требования к разрабатываемой продукции, условия эксплуатации ( <a href="http://gosnadzor.ru">gosnadzor.ru</a> )
7	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт РФ) - техрегламенты, ГОСТы ( <a href="https://www.rst.gov.ru/portal/gost">https://www.rst.gov.ru/portal/gost</a> )
8	Электронная база ГОСТов ( <a href="http://1000gost.ru/list/1-0.htm">http://1000gost.ru/list/1-0.htm</a> )

#### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».