

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

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФЭАТ

А.С. Баранов

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.15 «Гидродинамика энергоустановок»**

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**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	заведующий кафедрой	Е.Б. Жуков
	старший преподаватель	Д.Р. Таймасов
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

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Введение в энергомашиностроение, Паровые котлы, Технология сжигания органических топлив
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Преддипломная практика

## 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: 6 / 216

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	24	0	60	132	98

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

Форма обучения: очная

Семестр: 8

## **Лекционные занятия (24ч.)**

- 1. Общая характеристика гидродинамических процессов в пароводяных трактах. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4]** Физическая модель движения однофазной среды в обогреваемой трубе. Система дифференциальных уравнений одномерного течения в прямой круглой трубе постоянного сечения. Потери давления за счет гидравлического сопротивления, нивелирной составляющей и сопротивления ускорению потока. Коэффициенты сопротивления. Расчет потерь давления.
- 2. Режимы течения и характеристики двухфазных (пароводяных) сред. {беседа} (2ч.)[1,4,6]** Массовый расход и скорость. Скорость циркуляции, истинные и приведенные скорости пара и воды, паросодержания, плотность смеси. Потери давления в трубах при движении пароводяной смеси.
- 3. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды. {беседа} (4ч.)[3,4,8]** Физическая сущность принципа естественной циркуляции в замкнутых испарительных системах. Движущий и полезный напоры циркуляции. Экономизаторный и паросодержащий участки циркуляционного контура. Простые и сложные контуры циркуляции. Полная циркуляционная характеристика контура.
- 4. Застой и опрокидывание циркуляции. {беседа} (2ч.)[3,4]** Предельное значение кратности циркуляции, режим свободного уровня, явление кавитации и методы их расчета. Оценка надежности контура циркуляции.
- 5. Гидродинамика систем с принудительным движением среды. {беседа} (2ч.)[3,4,6,8]** Физическая и математическая модели движения среды в парогенерирующей трубе. Гидравлическая характеристика прямооточного витка.
- 6. Неустойчивость потока в парообразующих поверхностях. {беседа} (2ч.)[3,4]** Влияние на нее геометрических и эксплуатационных факторов. Способы устранения неустойчивости. Явление пульсации расхода пароводяной среды. Способы повышения надежности и рекомендации по проектированию систем с принудительным движением среды.
- 7. Основные закономерности уноса капель паром. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4]** Методы получения чистого пара. Влияние уноса на работу котла. Механизм образования капель при барботаже. Методы получения чистого пара. Непрерывная продувка. Ступенчатое испарение. Сепарация и промывка пара. Внутрибарабанные устройства: конструкции и методы их расчета.
- 8. Гидродинамика пароперегревателей. {беседа} (4ч.)[2,3,4,5,6,7]** Принципиальные гидравлические схемы пароперегревателей. Изменение величины давления вдоль оси раздающего и собирающего коллекторов. Перепад давления в отдельных трубах перегревателя для гидравлических схем П, Z-образных и др. Тепловая и гидравлическая развертки пароперегревателей. Выравнивание температуры перегреваемого пара между отдельными потоками. Переброс потоков пара между пакетами перегревателей. Расположение отдельных

пакетов пароперегревателей. Местоположение и задачи впрыска воды. Гидравлический расчет пароохладителей. Гидравлические схемы пароперегревателей современных мощных агрегатов с радиационными, полурadiационными и конвективными пакетами.

**9. Температурный режим поверхностей нагрева. {дискуссия} (4ч.)[2,3,4,5,6,7,8]** Выбор расчётных сечений. Основные расчётные уравнения. Определение параметров среды в расчётном сечении. Определение тепловой нагрузки внутренней поверхности труб в расчётном сечении. Определение коэффициентов теплоотдачи от стенки трубы к рабочему телу при отсутствии кипения. Коэффициент теплоотдачи при кипении. Кризисы теплообмена. Определение параметров кризиса. Запасы надёжности по кризисам теплообмена. Расчёт коэффициентов теплоотдачи от стенки к рабочему телу при ухудшенных условиях теплообмена.

#### **Практические занятия (60ч.)**

- 1. Курсовая работа.(10ч.)[1,3,4]** Расчет гидравлических сопротивлений при однофазном и двухфазных потоках.
- 2. Курсовая работа.(12ч.)[1,3,4]** Расчет контура с естественной циркуляцией.
- 3. Курсовая работа.(10ч.)[1,3,4,8]** Построение гидравлических характеристик контуров с естественной и принудительной циркуляцией.
- 4. Курсовая работа.(8ч.)[1,3,4,6]** Проверка надежности циркуляционных контуров.
- 5. Курсовая работа.(14ч.)[1,3,4,8]** Гидравлический расчет пароперегревателя.
- 6. Курсовая работа.(6ч.)[1,3,4]** Расчет температурного режима поверхностей нагрева.

#### **Самостоятельная работа (132ч.)**

- 1. Курсовая работа.(14ч.)[1,3,4,8]** Проработка нормативно-справочной литературы по конструированию и гидравлическому расчету циркуляционных контуров и водо-парового котла.
- 2. Подготовка к коллоквиуму.(10ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]** Проработка конспекта лекций и подготовка к коллоквиуму.
- 3. Выполнение курсовой работы.(72ч.)[1,3,4,8]** Расчет контура с естественной циркуляцией. Проверка основных критериев надежности циркуляции. Определение падения давления в водо-паровом тракте котла.
- 4. Подготовка к экзамену.(36ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8]** Конспект лекций. Работа с литературой
- 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Фурсов И. Д., Меняев К.В. Методические указания по курсовому проектированию по дисциплинам «Технология сжигания органических топлив», «Паровые котлы» и «Гидродинамика энергоустановок» для студентов направления «Энергетическое машиностроение». / И.Д. Фурсов; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 10 с. Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Menyaev\\_tsot\\_kurs.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Menyaev_tsot_kurs.pdf)

2. Жуков Е.Б. Расчет и проектирование систем пылеприготовления: Учебное пособие для студентов направления 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» /Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. - 123 с. Гриф НМС АлтГТУ. ISBN 978-5-7568-1269-5 Режим доступа в ЭБС: [http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Zhukov\\_RasProjPylPrig\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Zhukov_RasProjPylPrig_up.pdf)

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

3. Фурсов, Иван Дмитриевич. Конструирование и тепловой расчет паровых котлов : учебное пособие / И. Д. Фурсов ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2016. - 297 с. : ил. - 100 экз. - ISBN 978-5-7568-1167-4: Режим доступа в ЭБС: <http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Fursov-kon.pdf>

4. Фурсов, Иван Дмитриевич. Паровые котлы : учебное пособие : [для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 "Энергетическое машиностроение"] / И. Д. Фурсов, В. М. Грин ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015 - Ч. 1. - 180, [1] с. : ил. - ISBN 978-5-7568-1135 (ч. 1). Обновлено: 28.03.2016. Режим доступа в ЭБС: [http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Fursov\\_par\\_kot\\_1.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Fursov_par_kot_1.pdf)

5. Юдаев, И. В. Возобновляемые источники энергии : учебник / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-4680-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140747>

### **6.2. Дополнительная литература**

6. Ковалев, Алексей Павлович. Парогенераторы : [учебник для вузов по специальности "Парогенераторостроение"] / А. П. Ковалев, Н. С. Лелеев, Т. В. Виленский ; под общ. ред. А. П. Ковалева. - Москва : Энергоатомиздат, 1985. - 376 с. : ил. - 36 экз.

7. Меняев, К. В., Дмох А. В. Тепловые электрические станции : учебное пособие / К.В. Меняев, А.В. Дмох // Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова – 2-е изд. перераб. и доп. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2019. – 300 с. Режим доступа в ЭБС: [http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Menyaev\\_TES\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Menyaev_TES_up.pdf)

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

8. <http://elib.altstu.ru> - Сайт электронных ресурсов АлтГТУ

## **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.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **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.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</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> )

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
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».