

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156512	Насосное и тепломеханическое оборудование

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код ОП</b> 1. 13.03.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 13.03.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	заведующий кафедрой	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
3	Прошин Александр Сергеевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	теплоэнергетики и теплотехники
4	Тупоногов Владимир Геннадьевич	доктор технических наук, доцент	профессор	Теплоэнергетики и теплотехники
5	Черепанова Екатерина Владимировна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Насосное и тепломеханическое оборудование

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль посвящен изучению конструкций и принципов работы современного оборудования котельных и ТЭС. В данном модуле изучаются конструкции котлов, теплообменных аппаратов, нагнетателей и тепловых двигателей методики их расчета и подбора, пути совершенствования тепломеханического оборудования. Цель дисциплины Котельные установки и парогенераторы – сформировать у студентов знания и понимание процессов производства тепловой энергии, конструкций котлов, методики их расчета, процессов теплообмена, водного режима и гидродинамики в котельных установках. Дисциплина Нагнетатели и тепловые двигатели посвящена изучению принципов напорного перемещения газов и жидкостей, конструкций тягодутьевых машин, насосов и компрессоров, особенностей их работы с учетом требований энергоэффективности. Рассматриваются вопросы выбора параметров нагнетателей в соответствии с их функциями в тепловых схемах котельных и тепловых электрических станций. Изучаются основы проектирования различных типов нагнетателей. Кроме того, изучаются конструкции тепловых двигателей различного назначения, вопросы выбора тепловых двигателей в соответствии с их функциями в тепловых схемах котельных и тепловых электрических станций. Дисциплина Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий посвящена изучению технологических аппаратов, процессов и систем, устанавливаемых и эксплуатируемых в энергохозяйствах промышленных предприятий. Рассматриваются современные конструкции, методы расчета процессов и аппаратов. Вырабатываются навыки оформления проектно-конструкторской документации

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Котельные установки и парогенераторы	8
2	Нагнетатели и тепловые двигатели	5
3	Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий	6
ИТОГО по модулю:		19

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Котельные установки и парогенераторы	ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации	<p>З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации</p>
	ПК-1 - Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком, твердом топливе и электронагреве,	<p>З-1 - Объяснять принципы работы и физические основы рабочих процессов, протекающих в котельных установках</p> <p>З-2 - Описывать конструкции современных котельных установок и парогенераторов</p>

	<p>трубопроводов и оборудования тепловых сети</p>	<p>З-3 - Изложить методику теплового расчета теплогенератора на органическом топливе</p> <p>З-4 - Изложить методику гидравлического расчета теплогенератора</p> <p>З-5 - Изложить методику аэродинамического расчета газоздушного тракта котельной установки</p> <p>З-6 - Сформулировать основы проектирования и эксплуатации котельных установок</p> <p>У-1 - Основать технические решения при проектировании котельных установок и парогенераторов</p> <p>У-2 - Анализировать и составлять материальный и тепловой балансы элементов тепловых схем котельных, выбирать основное и вспомогательное оборудование котельных</p> <p>П-1 - Разрабатывать методику теплотехнических испытаний котельных установок</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт проведения теплового, гидравлического и аэродинамического расчета котельных установок и парогенераторов</p> <p>Д-1 - Продуктивно работать с источниками информации</p>
<p>Нагнетатели и тепловые двигатели</p>	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение</p>	<p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции</p>

	<p>производственной деятельности</p> <p>ПК-3 - Способен выполнять гидравлические расчеты, расчеты тепловых схем, газовых схем с выбором оборудования и арматуры, аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности, разрабатывать проектную документацию по отдельным узлам и элементам тепломеханического оборудования на основании задания руководителей</p>	<p>З-1 - Классифицировать основные типы нагнетателей, тепловых двигателей, объяснить их назначение и перечислить параметры</p> <p>З-2 - Изложить основы эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей</p> <p>З-3 - Описать методику выбора нагнетателей</p> <p>З-4 - Изложить основы выбора тепловых двигателей</p> <p>З-5 - Изложить основы расчета нагнетателей</p> <p>У-1 - Выбирать типовые нагнетатели и тепловые двигатели с учетом их места в тепловых схемах котельных и тепловых электрических станций</p> <p>У-2 - Выбирать привод нагнетателей</p> <p>У-3 - Оценивать энергоэффективность работы нагнетателей и тепловых двигателей в эксплуатационных режимах</p> <p>У-4 - Систематизировать основные современные методы постановки, исследования и решения теплотехнических задач</p> <p>У-5 - Правильно интерпретировать особенности использования различных типов нагнетателей и тепловых двигателей</p> <p>У-6 - Анализировать физические основы процесса напорного перемещения технологических энергоносителей</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор границы эксплуатационных режимов нагнетателей и тепловых двигателей</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт расчета параметров нагнетателей</p> <p>П-3 - Разрабатывать рекомендации по организации безопасной и энергоэффективной эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей</p>
--	---	---

<p>Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий</p>	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>З-1 - Объяснить принцип действия основного технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>П-1 - Поддерживать в процессе производственной эксплуатации заданные режимы технологических операций и параметры работы необходимого оборудования, обеспечивающие производительность и качество получаемой продукции</p>
	<p>ПК-3 - Способен выполнять гидравлические расчеты, расчеты тепловых схем, газовых схем с выбором оборудования и арматуры, аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности, разрабатывать проектную документацию по отдельным узлам и элементам тепломеханического оборудования на основании задания руководителей</p>	<p>З-6 - Перечислить основные отечественные и зарубежные источники научно-технической информации по вопросам расчета, проектирования и использования тепломассообменного оборудования предприятий</p> <p>З-7 - Описать основные типы и конструкции тепломассообменного оборудования предприятий и области их применения</p> <p>З-8 - Объяснять основные физико-химические процессы, протекающие в элементах тепломассообменного оборудования, физические законы, которым они подчиняются и модели для их описания</p> <p>У-7 - Анализировать информацию о новых типах и конструкциях тепломассообменного оборудования, принципах их действия, методах их расчета и проектирования</p> <p>У-8 - Выбирать тепломассообменное оборудование, выпускаемое отечественными и зарубежными предприятиями, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми характеристиками</p> <p>У-9 - Анализировать нормативные методики расчета тепломассообменного</p>

		<p>оборудования и применять их на практике для решения поставленной задачи</p> <p>У-10 - Анализировать технические параметры теплообменного оборудования, входящего в состав энергетических и технологических установок</p> <p>П-4 - Разрабатывать программы расчетов характеристик теплообменного оборудования</p> <p>П-5 - Иметь практический опыт проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования</p> <p>П-6 - Иметь практический опыт проектирования элементов теплообменного оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p> <p>П-7 - Иметь практический опыт проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования</p> <p>П-8 - Иметь практический опыт выполнения эскизных, детализованных, сборочных чертежей, технических схем, в том числе с применением средств компьютерной графики</p> <p>Д-1 - Уверенно ориентироваться в номенклатуре энергетического оборудования</p>
	<p>ПК-22 - Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах</p>	<p>З-1 - Перечислить основные теплоносители применяемые в теплообменном оборудовании, их свойства и характеристики</p> <p>У-1 - Анализировать информацию о свойствах теплоносителей, используемых в теплообменном оборудовании</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт расчета процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования</p>



### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Котельные установки и парогенераторы**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	заведующий кафедрой	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
3	Прошин Александр Сергеевич	нет, нет	старший преподаватель	Теплоэнергетики и теплотехники

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мунц Владимир Александрович, заведующий кафедрой, Теплоэнергетики и теплотехники
- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники
- Прошин Александр Сергеевич, старший преподаватель, Теплоэнергетики и теплотехники

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Основные способы получения тепловой и электрической энергии. Краткая история развития котельных агрегатов. Основные типы котельных установок.
P2	Тепловой и энергетический балансы котла	Общее уравнение теплового баланса. Теплота, полезно затраченная на производство пара и воды. Расход топлива и КПД котла. Потери теплоты с уходящими газами. Потери теплоты от химической и механической неполноты сгорания. Потери теплоты от наружного охлаждения. Потери с физической теплотой шлака. Зависимость КПД котла от нагрузки. Энергетический баланс котла. КПД котельной установки.
P3	Тепловой расчет поверхностей нагрева	Компоновка, тепловая схема котла и задачи теплового расчета. Теплообмен в топке. Полурадиационные и конвективные поверхности нагрева. Температурный напор. Коэффициент теплоотдачи конвекцией. Коэффициент теплоотдачи излучением. Коэффициент теплопередачи. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена.
P4	Гидродинамика котла	Условия надежной работы элементов котла. Режимы, структура и параметры течения потока рабочего тела. Гидравлические сопротивления. Тепловая и гидравлическая

		разверка в системе труб. Гидравлические характеристики поверхностей нагрева. Гидродинамика котлов с естественной циркуляцией. Надежность режимов циркуляции.
<b>P5</b>	Аэродинамика газозвдушного тракта	Системы газозвдушного тракта. Основы аэродинамического расчета газозвдушного тракта. Аэродинамические сопротивления Аэродинамика дымовой трубы. Выбор тягодутьевых машин
<b>P6</b>	Водный режим и качество пара котлов	Задачи водного режима. Требования к питательной воде и накипеобразование. Системы подготовки питательной воды. Водный режим барабанных котлов. Ступенчатое испарение. Продувка котла. Требования к чистоте пара. Причины загрязнения пара. Унос влаги с паром. Сепарация и промывка пара.
<b>P7</b>	Конструкции паровых котлов	Влияние единичной мощности, параметров пара и режимов работы на конструкцию парового котла. Котлы с естественной циркуляцией. Прямоточные котлы. Паровые котлы комбинированных энергоустановок. Котлы-утилизаторы газотурбинных установок. Передвижные котлы. Электрокотлы. Котлы для полупиковых и пиковых нагрузок.
<b>P8</b>	Испарительные поверхности нагрева	Тепловосприятие поверхностей нагрева парового котла. Гладкотрубные топочные экраны. Газоплотные сварные экраны
<b>P9</b>	Пароперегреватели	Назначение и классификация пароперегревателей. Конвективные пароперегреватели. Радиационные и ширмовые пароперегреватели. Компоновка пароперегревателей. Регулирование температуры
<b>P10</b>	Котельные установки в системах энергохозяйств промышленных предприятий	Понятие котельной установки. Основные тенденции развития котельных установок. Принципиальная схема котельной установки

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен управлять процессом эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком, твердом топливе и электронагреве, трубопроводов и оборудования	З-1 - Объяснять принципы работы и физические основы рабочих процессов, протекающих в котельных установках  З-3 - Изложить методику теплового расчета

			тепловых сете	теплогенератора на органическом топливе 3-6 - Сформулировать основы проектирования и эксплуатации котельных установок
--	--	--	---------------	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Котельные установки и парогенераторы

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Бродов, Ю. М.; Энергетический котел - это очень просто : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 13.03.03 "Энергетическое машиностроение" и 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://elar.urfu.ru/handle/10995/58918> (Электронное издание)
2. Елистратов, С. Л.; Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574698> (Электронное издание)
3. Ицкович, А. М., Бауман, И. Н.; Котельные установки малой мощности; Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва; 1958; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213779> (Электронное издание)
4. Барочкин, Е. В., Барочкин, Е. В.; Котельные установки : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618429> (Электронное издание)
5. Бойко, Е. А.; Котельные установки : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618441> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Сидельковский, Л. Н., Юренев, В. Н.; Котельные установки промышленных предприятий : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1988 (31 экз.)
2. Роддатис, К. Ф.; Котельные установки : Учеб. пособие для неэнерг. специальностей вузов.; Энергия, Москва; 1977 (18 экз.)
3. Бузников, Е. Ф., Роддатис, К. Ф., Берзиньш, Э. Я.; Производственные и отопительные котельные; Энергоатомиздат, Москва; 1984 (10 экз.)
4. Липов, Ю. М., Третьяков, Ю. М.; Котельные установки и парогенераторы : Учебник для студентов специальности 1005 "Тепловые и электр. станции"; Регулярная и хаотическая динамика, Москва ; Ижевск; 2003 (6 экз.)
5. Мунц, В. А., Павлюк, Е. Ю., Баскаков, А. П.; Основы теории горения топлив : учеб. пособие для очной формы обучения.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (25 экз.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://e.lanbook.com/>

<https://www.tandfonline.com/>

<https://rusneb.ru/>

<https://eLibrary.ru>

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

[elar.urfu.ru](http://elar.urfu.ru)

[study.urfu.ru](http://study.urfu.ru)

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Котельные установки и парогенераторы

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Доска аудиторная  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	<b>Не требуется</b>
4	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>
7	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM





**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Нагнетатели и тепловые двигатели**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Прошин Александр Сергеевич	нет, нет	старший преподавате ль	Теплоэнергетики и теплотехники

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники
- Прошин Александр Сергеевич, старший преподаватель, Теплоэнергетики и теплотехники

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие сведения о нагнетателях	Определения, основные положения, классификация нагнетателей. Основы теории нагнетания.
P2	Насосы	Особенности напорного перемещения жидкостей. Кавитация в насосах. Классификация насосов. Типы энергетических насосов, их технические характеристики и конструкции. Выбор насосов.
P3	Тягодутьевые машины	Особенности напорного перемещения газов. Классификация тягодутьевых машин. Типы энергетических тягодутьевых машин, их технические характеристики и конструкции. Самотяга вентиляционной системы. Выбор тягодутьевых машин
P4	Компрессоры	Особенности компрессорного оборудования. Классификация компрессоров, применяемых в промышленной теплоэнергетике, их технические характеристики и конструкции. компрессоров. Помпаж лопастных компрессоров. Выбор компрессора.
P5	Общие сведения о тепловых двигателях	Определения, основные классификация тепловых двигателей. Основы теории расширительных машин
P6	Паровые турбины	Определения, основные типы, классификация паровых энергетических и приводных паровых турбин, их технические

		характеристики и конструкции. Режимы работы, системы регулирования и защиты паровых турбин.
<b>Р7</b>	Газовые турбины	Определения, основные положения, классификация газовых турбин. Типы энергетических и приводных газовых турбин, их технические характеристики и конструкции. Режимы работы, системы регулирования и защиты газовых турбин.
<b>Р8</b>	Двигатели внутреннего сгорания	Определения, основные положения, классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС). ДВС в энергетике. Типы ДВС, их технические характеристики и конструкции.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-3 - Способен выполнять гидравлические расчеты, расчеты тепловых схем, газовых схем с выбором оборудования и арматуры, аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности, разрабатывать проектную документацию по отдельным узлам и элементам тепломеханического оборудования на основании задания руководителя	З-1 - Классифицировать основные типы нагнетателей, тепловых двигателей, объяснить их назначение и перечислить параметры  З-2 - Изложить основы эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей  У-1 - Выбирать типовые нагнетатели и тепловые двигатели с учетом их места в тепловых схемах котельных и тепловых электрических станций

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Нагнетатели и тепловые двигатели**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. ; Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618448> (Электронное издание)
2. Вайсбейн, М. К.; Тепловые двигатели : практическое пособие.; Типо-Литография Н. Л. Ныркина, Санкт-Петербург; 1910; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=225279> (Электронное издание)
3. Яковлев, Д., Д.; Тепловые двигатели: Элементарный курс Николаевского Инженерного Училища 1. Паровые двигатели; Т-во Художественной Печати, Санкт-Петербург; 1913; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436994> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Черкасский, В. М.; Насосы, вентиляторы, компрессоры : Учеб. для теплоэнерг. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1984 (94 экз.)
2. Щегляев, А. В., Трояновский, Б. М.; Паровые турбины : Теория теплового процесса и конструкции турбин : учебник для студентов энергомашиностроит. и теплоэнерг. специальностей вузов.; Энергия, Москва; 1976 (43 экз.)
3. Трухний, А. Д., Ломакин, Б. В.; Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : Учеб. пособие для студентов вузов.; Издательство МЭИ, Москва; 2002 (17 экз.)
4. Нигматулин, И. Н.; Тепловые двигатели : Учеб. пособие.; Высш. шк., Москва; 1974 (44 экз.)
5. Черкасский, В. М.; Нагнетатели и тепловые двигатели : Учебник для студ. вузов, обуч. по направл. "Теплоэнергетика", спец. "Промышленная теплоэнергетика".; Энергоатомиздат, Москва; 1997 (49 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<https://eLibrary.ru>

<https://rusneb.ru>.

<http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=81>

<http://archive.neicon.ru/>

URL: <http://10.74.227.116/>

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

[study.urfu.ru](http://study.urfu.ru)

[elar.urfu.ru](http://elar.urfu.ru)

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Нагнетатели и тепловые двигатели

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
4	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Рабочее место преподавателя  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
7	Самостоятельная работа студентов	Рабочее место преподавателя  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Тепломассообменное оборудование**  
**промышленных предприятий**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Тупоногов Владимир Геннадьевич	доктор технических наук, доцент	професор	Теплоэнергетика и теплотехника

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники
- Тупоногов Владимир Геннадьевич, профессор, Теплоэнергетика и теплотехника

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные виды и классификация теплообменного оборудования	Теплообменные и теплообменники. Классификация аппаратов и установок по виду теплообмена, принципу действия и назначению. Рекуперативные, регенеративные, смешанные теплообменные аппараты; аппараты непрерывного и периодического действия; выпарные, сушильные, перегонные и ректификационные установки.
P2	Теплоносители	Требования к теплоносителям. Основные теплоносители: вода, пар, воздух, дымовые газы. Высокотемпературные теплоносители, антифризы и хладагенты. Области применения
P3	Конструкции и области применения рекуперативных теплообменных аппаратов	Назначение и области применения рекуперативных теплообменников, их классификация. Основные конструкции: кожухотрубные, труба в трубе, секционные, спиральные, пластинчатые. Схемы движения теплоносителей. Показатели эффективности работы
P4	Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов	Поверочный, гидравлический теплообменных аппаратов. Проектирование элементов конструкции теплообменников: входных и выходных камер, трубных решеток, перегородок, разъемных соединений.
P5	Рекуперативные теплообменные аппараты с ребристыми поверхностями	Виды ребренных теплопередающих поверхностей. Коэффициент ребрения. Приведенный коэффициент



		теплоотдачи ребренной поверхности. Расчет теплообменных аппаратов с ребристыми поверхностями нагрева
<b>P6</b>	Интенсификация теплообмена	Методы интенсификации теплообмена: профилированные трубки, турбулизация потока насадками, искусственная шероховатость поверхности; интенсификация при фазовых переходах. Конструкции современных кожухотрубных и пластинчатых теплообменных аппаратов
<b>P7</b>	Кожухотрубные теплообменные аппараты периодического действия	Области применения и конструкции аппаратов периодического действия. Последовательность теплового конструктивного расчета пароводяного водонагревателя аккумулятора. Сравнение работы кожухотрубных аппаратов непрерывного и периодического действия.
<b>P8</b>	Регенеративные теплообменные аппараты	Область применения регенеративных теплообменников. Конструкции и принцип действия регенеративных теплообменников. Теплообменники с подвижной и неподвижной насадками. Характеристики применяемых насадок. Изменение распределения температур в объеме насадки. Последовательность теплового конструктивного расчета регенеративного теплообменника.
<b>P9</b>	Конструкции смешительных теплообменных аппаратов	Принцип действия, области применения и конструкции аппаратов со смешиванием теплоносителей. Кондиционеры, скрубберы полые и насадочные, градирни, конденсаторы смешения, струйные подогреватели, пенные аппараты, пароводяные подогреватели пленочного типа
<b>P10</b>	Влажный воздух	Физические свойства влажного воздуха. H-d диаграмма. Построение основных процессов изменения состояния влажного воздуха в H-d диаграмме.
<b>P11</b>	Тепломассообмен в аппаратах со смешиванием теплоносителей	Модель тепломассообмена влаги на поверхности насадки с влажным воздухом. Расчет параметров насадки противоточного скруббера: определение средней разности температур по высоте насадки, построение процессов. Изменения параметров теплоносителей в H-d диаграмме, определение диаметра и высоты зоны насадки.
<b>P12</b>	Механизм и кинетика сушки влажных материалов	Влажность материалов. Формы связи влаги с материалом. Тепломассообмен влажных материалов с окружающим воздухом. Виды сушки материалов. Графики сушки. Периоды и продолжительность сушки
<b>P13</b>	Сушильные установки	Тепловой и материальный сушильных установок. Удельные расходы воздуха и теплоты на испарение 1 кг влаги. Сушильные установки с однократным использованием воздуха, с рециркуляцией и с промежуточным подогревом воздуха. Конструкции сушилок. Конденсационные сушилки. Тепловой расчет сушильной камеры с рециркуляцией воздуха.
<b>P14</b>	Выпарные установки	Физические основы процессов выпаривания. Характеристики растворов. Температурные депрессии. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Сепарация вторичного пара. Схемы многокорпусных выпарных установок непрерывного действия. Располагаемая и полезная разности температур. Последовательность теплового расчета выпарных установок.

<b>P15</b>	Перегонка и ректификация. Жидкие смеси.	Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Идеальные смеси. Диграммы давлений, фазовая и равновесия для смесей с взаимонерастворимыми компонентами. Свойства смесей с взаиморастворимыми компонентами. Закон Рауля. Свойства реальных смесей.
<b>P16</b>	Дистилляционные и ректификационные установки	Схемы дистилляционных установок. Процессы в дистилляционных установках. Типы и конструкции ректификационных установок. Ректификационная колонна. Построения процесса ректификации в фазовой диаграмме. Определение числа тарелок в ректификационной колонне.
<b>P17</b>	Вспомогательное оборудование теплообменных установок	Основные виды и назначение вспомогательного оборудования. Конденсатное хозяйство промышленных предприятий. Отвод и очистка конденсата. Использование вторичного пара. Конденсатоотводчики, брызгоотделители, конденсатные баки

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-3 - Способен выполнять гидравлические расчеты, расчеты тепловых схем, газовых схем с выбором оборудования и арматуры, аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности, разрабатывать проектную документацию по отдельным узлам и элементам тепломеханического оборудования на основании задания руководителей	З-7 - Описать основные типы и конструкции теплообменного оборудования предприятий и области их применения З-8 - Объяснять основные физико-химические процессы, протекающие в элементах теплообменного оборудования, физические законы, которым они подчиняются и модели для их описания У-7 - Анализировать информацию о

				новых типах и конструкциях теплообменного оборудования, принципах их действия, методах их расчета и проектирования
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Поздеев, А. Г.; Динамические теплообменники : монография.; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560552> (Электронное издание)
2. Расщепкин, А. Н., Дюмина, А. В.; Теплообменные аппараты низкотемпературной техники : учебное пособие.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141516> (Электронное издание)
3. Антикайн, П. А.; Рекуперативные теплообменные аппараты; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=212711> (Электронное издание)
4. Берман, С. С.; Теплообменные аппараты и конденсационные устройства турбоустановок; Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва; 1959; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222546> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Бродов, Ю. М., Великович, В. И., Ниренштейн, М. А., Рябчиков, А. Ю.; Подогреватели сетевой воды в системах теплоснабжения ТЭС и АЭС : Учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 1999 (5 экз.)
2. ; Теплообменные аппараты в системах регенеративного подогрева питательной воды паротурбинных установок : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 1998 (5 экз.)
3. Бакластов, А. М., Горбенко, В. А., Удыма, П. Г.; Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок : Учеб. пособие для вузов.; Энергоиздат, Москва; 1981 (34 экз.)
4. , Григорьев, В. А., Зорин, В. М.; Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник.; Энергоатомиздат, Москва; 1991 (11 экз.)
5. , Ильченко, О. Т., Левченко, Б. А., Павловский, Г. И., Фокин, В. С.; Теплоиспользующие установки промышленных предприятий : Учеб. пособие для вузов.; Вища школа, Харьков; 1985 (16 экз.)
6. Лебедев, П. Д.; Теплообменные, сушильные и холодильные установки. Тепломассообменные и холодильные установки : Учеб. для вузов по спец. " Пром. теплоэнергетика".; Энергия, Москва; 1972 (15 экз.)
7. Акулич, , П. В.; Конвективные сушильные установки. Методы и примеры расчета : учебное пособие.; Вышэйшая школа, Минск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/90776.html> (Электронное издание)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

URL: <http://10.74.227.116/>.

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://e.lanbook.com/>

<http://elibrary.ru>

<http://search.ebscohost.com>

<http://www.scopus.com/>

<https://materials.springer.com/>

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

[elar.urfu.ru](http://elar.urfu.ru)

[study.urfu.ru](http://study.urfu.ru)

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Доска аудиторная	
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<b>Не требуется</b>
4	Курсовая работа/ курсовой проект	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
7	Самостоятельная работа студентов	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

		процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
--	--	---	--