

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
1153820	Теплотехника

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания 2. Энергетическое машиностроение	Код ОП 1. 13.03.03/33.01 2. 13.03.03/33.03
Направление подготовки 1. Энергетическое машиностроение	Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.03

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Королев Владимир Николаевич	д.т.н., профессор	профессор	Теплоэнергетики и теплотехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теплотехника

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуле «Теплотехника» рассматриваются основные понятия термодинамики? законы термодинамики, принципы эффективного преобразования теплоты в работу в тепловых двигателях, процессы теплообмена. Модуль включает дисциплины: «Термодинамика», «Теплообмен», «Проект по модулю Теплотехника».

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	Теплообмен	4
2	Проект по модулю Теплотехника	1
3	Термодинамика	5
ИТОГО по модулю:		10

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. «Гидрогазодинамика»
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. «Газотурбинные и паротурбинные установки»

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
Проект по модулю Теплотехника	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания	З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и

	<p>основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
	<p>ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>

	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
--	---	---

<p>ПК-4 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках</p> <p>(Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания)</p>	<p>З-2 - Описать типовые компоновки оборудования ПТУ и ГТУ</p> <p>У-2 - Провести термодинамический расчет цикла ПТУ и ГТУ при различных исходных данных и тепловой расчет теплообменника</p> <p>П-2 - Осуществлять расчет различных тепловых и технологических схем ПТУ и ГТУ и теплообменного оборудования</p>
<p>ПК-12 - Способен выполнять расчеты тепловых, гидравлических, аэродинамических процессов в оборудовании и трубопроводных системах</p> <p>(Энергетическое машиностроение)</p>	<p>У-1 - Описать графически и аналитически термодинамический процесс рабочего тела</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность (алгоритмы) расчетов</p> <p>У-4 - Выбирать компьютерные программы, пригодные для практического применения в расчетах процессов</p> <p>П-1 - Выполнить расчеты процесса окисления топлива, испарения и конденсации водяного пара и хладагента, осушения и увлажнения воздуха, расчеты гидравлических потерь в трубопроводных системах</p> <p>П-2 - Определить параметры рабочего тела в заданной точке цикла по диаграммам или таблицам состояния</p> <p>П-3 - Определить термодинамический КПД цикла по диаграмме рабочего процесса</p> <p>П-4 - Применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>
<p>ПК-13 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих</p>	<p>З-2 - Описать типовые компоновки оборудования энергоустановок</p> <p>У-2 - Провести термодинамический расчет цикла энергоустановок при различных исходных данных и тепловой расчет теплообменника</p>

	<p>процессов в двигателях внутреннего сгорания</p> <p>(Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания)</p>	<p>П-2 - Осуществлять расчет различных тепловых и технологических схем энергоустановок</p>
	<p>ПК-15 - Способен готовить проектную документацию по отдельным узлам и элементам оборудования и принципиальных технологических схем энергоисточников и систем энергоснабжения</p> <p>(Энергетическое машиностроение)</p>	<p>З-2 - Перечислить основные правила оформления графической и текстовой части проектной документации</p> <p>У-1 - Формулировать техническое или схемное решение графическими средствами</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать обозначение элементов на технологических схемах</p> <p>У-3 - Идентифицировать на чертежах узлы, элементы, части оборудования энергоисточников</p> <p>П-1 - Оформлять проектную документацию, пояснительные записки, презентации в специализированном и обще применяемом программном обеспечении в соответствии с правилами оформления графической и текстовой части проектной документации</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности</p>
<p>Тепломассообмен</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p>

		<p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
	<p>ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>
	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов,</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных</p>

интерпретацию полученных результатов	<p>инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
ПК-4 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках	<p>З-3 - Описать методы теплового расчета и теплового баланса различных энергоустановок</p> <p>З-4 - Характеризовать основные физические свойства жидкостей и газов</p> <p>З-5 - Сформулировать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи теплоты</p>

	<p>(Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания)</p>	<p>З-6 - Понимать физические основы эксперимента и способы их реализации</p> <p>У-3 - Решать задачи, связанные с тепловым расчетом теплообменников энергоустановок</p> <p>У-4 - Рассчитывать температурные поля в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций энергоустановок</p> <p>У-5 - Измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений</p> <p>П-3 - Пользоваться основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплоэнергетического оборудования</p> <p>П-4 - Использовать основные методы измерений, обработки результатов и оценки погрешностей численных расчетов и экспериментальных измерений</p>
	<p>ПК-12 - Способен выполнять расчеты тепловых, гидравлических, аэродинамических процессов в оборудовании и трубопроводных системах</p> <p>(Энергетическое машиностроение)</p>	<p>З-2 - Сделать обзор законов термодинамики, гидродинамики и тепломассообмена и случаев их применения</p> <p>З-3 - Привести примеры состояния вещества и процессов, приводящих к изменению состояния вещества</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность (алгоритмы) расчетов</p>
	<p>ПК-13 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания</p> <p>(Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания)</p>	<p>З-3 - Описать методы теплового расчета и теплового баланса различных энергоустановок</p> <p>З-4 - Характеризовать основные физические свойства жидкостей и газов</p> <p>З-5 - Сформулировать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи теплоты</p> <p>З-6 - Понимать физические основы эксперимента и способы их реализации</p> <p>У-3 - Решать задачи, связанные с тепловым расчетом теплообменников энергоустановок</p>

		<p>У-4 - Рассчитывать температурные поля в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций энергоустановок</p> <p>У-5 - Измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений</p> <p>П-3 - Пользоваться основами расчета процессов теплопереноса в элементах теплоэнергетического оборудования</p> <p>П-4 - Использовать основные методы измерений, обработки результатов и оценки погрешностей численных расчетов и экспериментальных измерений</p>
Термодинамика	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
	<p>ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя</p>	<p>З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время</p>

	<p>методы моделирования и математического анализа</p>	<p>обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>
	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при</p>

		<p>составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
	<p>ПК-4 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках</p> <p>(Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания)</p>	<p>З-4 - Характеризовать основные физические свойства жидкостей и газов</p> <p>З-5 - Сформулировать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи теплоты</p> <p>З-6 - Понимать физические основы эксперимента и способы их реализации</p> <p>З-7 - Описать методы термодинамического расчета и анализа циклов тепловых двигателей и энергоустановок</p> <p>У-6 - Решать задачи, связанные с термодинамическим расчетом рабочих тел тепловых двигателей и энергоустановок</p> <p>У-7 - Анализировать термодинамическую эффективность циклов и экономическую эффективность тепловых двигателей и энергоустановок в зависимости от их конструктивных характеристик и режимных параметров</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки теплотехнических, термодинамических и гидравлических расчетов с применением</p>

		<p>справочной литературы и прикладной вычислительной газовой динамики</p> <p>П-4 - Использовать основные методы измерений, обработки результатов и оценки погрешностей численных расчетов и экспериментальных измерений</p>
	<p>ПК-12 - Способен выполнять расчеты тепловых, гидравлических, аэродинамических процессов в оборудовании и трубопроводных системах</p> <p>(Энергетическое машиностроение)</p>	<p>З-2 - Сделать обзор законов термодинамики, гидродинамики и тепломассообмена и случаев их применения</p> <p>З-3 - Привести примеры состояния вещества и процессов, приводящих к изменению состояния вещества</p> <p>У-1 - Описать графически и аналитически термодинамический процесс рабочего тела</p> <p>У-2 - Объяснить принцип построения и расчета термодинамического цикла на диаграмме состояния вещества</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность (алгоритмы) расчетов</p> <p>П-2 - Определить параметры рабочего тела в заданной точке цикла по диаграммам или таблицам состояния</p> <p>П-3 - Определить термодинамический КПД цикла по диаграмме рабочего процесса</p>
	<p>ПК-13 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания</p> <p>(Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания)</p>	<p>З-4 - Характеризовать основные физические свойства жидкостей и газов</p> <p>З-5 - Сформулировать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи теплоты</p> <p>З-6 - Понимать физические основы эксперимента и способы их реализации</p> <p>З-7 - Описать методы термодинамического расчета и анализа циклов тепловых двигателей и энергоустановок</p> <p>У-6 - Решать задачи, связанные с термодинамическим расчетом рабочих тел тепловых двигателей и энергоустановок</p> <p>У-7 - Анализировать термодинамическую эффективность циклов и экономическую эффективность тепловых двигателей и энергоустановок в зависимости от их</p>

		<p>конструктивных характеристик и режимных параметров</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки теплотехнических, термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы и прикладной вычислительной газовой динамики</p> <p>П-4 - Использовать основные методы измерений, обработки результатов и оценки погрешностей численных расчетов и экспериментальных измерений</p>
--	--	--

1.5. Форма обучения

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Тепломассообмен

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Королев Владимир Николаевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Королев Владимир Николаевич, Профессор, 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. Способы переноса теплоты в пространстве	
P1.T1	Перенос теплоты теплопроводностью	Перенос теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением. Процессы теплоотдачи и теплопередачи. Температурное поле. Закон Био-Фурье - основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Механизм переноса теплоты в газах, жидкостях и твердых телах. Дифференциальное уравнение теплопроводности для твердого тела. Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности.
P2	Теплопроводность при стационарном режиме	
P2.T1	Теплопроводность и теплопередача через плоские стенки	Передача теплоты через одно-и многослойные плоские стенки при граничных условиях первого рода. Передача теплоты через одно-и многослойные плоские стенки при граничных условиях третьего рода. Коэффициент теплопередачи.
P2.T3	Теплопроводность и теплопередача через цилиндрические стенки	Передача теплоты через одно-и многослойные цилиндрические стенки при граничных условиях первого рода. Передача теплоты через одно-и многослойные цилиндрические стенки при граничных условиях третьего рода. Линейный коэффициент теплопередачи. Критический диаметр

		тепловой изоляции.
P3	Интенсификация процесса теплопередачи	
P3.T1	Способы интенсификации теплопередачи	Способы интенсификации теплопередачи. Теплопередача через ребристую стенку (приближенный расчет). Распределение температуры по длине ребра. Тепловой поток, передаваемый с поверхности ребра. Уточненный расчет теплопередачи через ребристую стенку.
P4	Теплопроводность при нестационарном режиме	
P4.T1	Теплопроводность при нагревании (охлаждении) тел	Виды нестационарных процессов. Теплопроводность тонкой пластины при граничных условиях третьего рода. Анализ полученного решения, частные случаи, Физический смысл безразмерных чисел Био и Фурье. Определение количества теплоты, отдаваемого или воспринимаемого телом в процессе нестационарной теплопроводности. Нагревание (охлаждение) тел конечных размеров. Регулярный тепловой режим
P5	Конвективный теплообмен	
P5.T1	Основные положения конвективного теплообмена	Виды движения жидкости. Режимы движения жидкости. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Физические свойства жидкости. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Приведение дифференциальных уравнений конвективного теплообмена к безразмерному виду. Безразмерные числа Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Пекле. Их физический смысл. Определяющий геометрический размер и определяющая температура. Теоремы подобия.
P5.T2	Теплоотдача при вынужденном ламинарном и турбулентном режиме движения жидкости вдоль плоской поверхности	Определение границ ламинарного и турбулентного пограничных слоев. Интегральное уравнение теплового потока. Расчет теплоотдачи при турбулентном пограничном слое на основе гидродинамической теории теплообмена
P5.T3	Теплоотдача при вынужденном ламинарном и турбулентном режиме течения жидкости в трубе	Особенности течения и теплообмена в трубах. Ламинарный и турбулентный режим. Тепловая и гидродинамическая стабилизация. Вязкостный и вязкостно-гравитационный режим течения. Расчетные уравнения. Особенности теплоотдачи при течения жидкости в трубах некруглого сечения
P5.T4	Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб	Картина обтекания одиночной трубы набегающим потоком жидкости. Изменение локального коэффициента теплоотдачи по периметру трубы. Расчет среднего коэффициента теплоотдачи. Картина обтекания пучка труб. Режимы движения жидкости в пучке труб. Расчетные формулы для определения среднего коэффициента теплоотдачи для труб, начиная с третьего ряда. Расчет среднего коэффициента теплоотдачи для всего пучка труб.

P5.T5	Теплоотдача при свободном движении жидкости в неограниченном и ограниченном пространстве	Расчет теплоотдачи при свободном ламинарном и турбулентном движении жидкости вдоль вертикальной стенки в неограниченном пространстве. Теплоотдача при движении жидкости вблизи горизонтально расположенной трубы. Методика расчета теплоотдачи при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве
P6	Теплообмен при фазовых превращениях	
P6.T1	Теплоотдача при конденсации водяного пара на вертикальной поверхности и горизонтально расположенных трубах	Пленочная и капельная конденсация. Теплоотдача при конденсации сухого насыщенного пара на вертикальной поверхности при ламинарном режиме течения пленки конденсата. Теплоотдача при конденсации пара на горизонтальной трубе и пучках труб. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации
P6.T2	Теплоотдача при кипении жидкости в большом объеме	Режимы кипения. Условия, необходимые для возникновения процесса кипения. Влияние перегрева жидкости на величину коэффициента теплоотдачи. Расчетные формулы коэффициента теплоотдачи при пузырьковом режиме кипения
P7	Теплообмен излучением	
P7.T1	Основные понятия	Особенности излучения и поглощения энергии твердыми, жидкими и газообразными средами. Виды тепловых потоков. Разновидности полусферического излучения. Связь эффективного и результирующего излучения. Законы теплового излучения
P7.T2	Теплообмен излучением между телом и его оболочкой	Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из двух серых тел. Приведенная степень черноты. Средний угловой коэффициент излучения. Частные случаи. Сложный теплообмен
P8	Теплообменные аппараты	
P8.T1	Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата	Виды теплообменных аппаратов. Схемы движения теплоносителей. Основные положения теплового расчета. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Среднеинтегральный температурный напор. Сравнение прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности,	З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских

			применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

Электронные ресурсы (издания)

1. Стоянов, Н. И.; Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и теплообмен : учебное пособие.; Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), Ставрополь; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (Электронное издание)
2. Видин, Ю. В.; Теоретические основы теплотехники: теплообмен : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752> (Электронное издание)
3. Зейнетдинов, Р. А.; Теплообмен в элементах теплотехнического оборудования. Основы теплообмена: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника : учебное пособие.; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=621145> (Электронное издание)
4. Шаров, Ю. И.; Теплообмен : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576520> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сапожников, Б. Г., Белоусов, В. С.; Теплообмен : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (19 экз.)
2. Лыков, А. В.; Теплообмен : Справочник.; Энергия, Москва; 1978 (8 экз.)
3. Королев, В. Н.; Теплообмен : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2013 (11 экз.)
4. Королев, В. Н.; Теплообмен : учеб. пособие.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2006 (69 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Королев В.Н., Красных В.Ю. Теплообмен. Основные формулы, задачи и способы их решения [Электронный ресурс] http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=11407

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

1. www.thermophysics.ru/triptych – «Информационный триптих теплофизических свойств веществ» - информационно-аналитическая система для хранения и распространения библиографических и численных данных о теплофизических свойствах веществ.

2. <http://lib.urfu.ru> - Зональная научная библиотека.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

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 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не используется
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		санитарными правилами и нормами	
4	Консультации	Рабочее место преподавателя	Не используется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не используется
6	Самостоятельная работа студентов	Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Google Chrome, Mozilla Firefox

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Термодинамика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Толмачев Евгений Михайлович	доктор технических наук, доцент	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Толмачев Евгений Михайлович, Профессор, 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 понятия и определения термодинамики	
P1.T1	Предмет и метод термодинамики	Термодинамика как наука. Техническая термодинамика. Термодинамическая система. Макроскопическое тело. Термодинамическое равновесие. Математический аппарат термодинамики.
P1.T2	Параметры состояния	Состояние термодинамической системы. Параметры состояния термодинамической системы, их физический смысл, способы измерения. Термическое уравнение состояния. Пространство состояний.
P1.T3	Удельные параметры	Экстенсивные и интенсивные величины. Определение удельного параметра состояния термодинамической системы.
P2	Термическое уравнение состояния. Идеальный газ. Смеси идеальных газов	
P2.T1	Термическое уравнение состояния	Термодинамическая поверхность. Термодинамические диаграммы

P2.T2	Идеальный газ	Газовые законы. Термическое уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная
P2.T3	Термодинамическая теория смесей не реагирующих идеальных газов	Закон Дальтона. Парциальное давление. Приведённый объём. Способы задания смеси. Вычисление газовой постоянной, молекулярной массы и плотности смеси идеальных газов
P2.T4	Реальные газы	Термические уравнения состояния некоторых реальных газов: Ван-дер-Ваальса, Клаузиуса, Дитеричи, Редлиха-Квонга, Битти – Бриджмена, Бенедикта – Вебба – Рубина, Лан-Бореля
P3	Первое начало термодинамики	
P3.T3	Общие положения	Первое начало термодинамики как закон сохранения полной энергии. Классификация воздействий. Работа и теплота. Классификация термодинамических систем по свойствам оболочки
P3.T2	Работа в термодинамике	Определение понятия работы в термодинамике. Вычисление работы в термодинамике. Диаграмма $p-V$. Изображение работы в диаграмме $p-V$.
P3.T3	Теплота	Определение понятия теплоты в термодинамике. Вычисление количества теплоты. Теплоёмкость термодинамической системы. Зависимость теплоёмкости от различных факторов. Удельная теплоёмкость. Истинная и средняя теплоёмкость
P3.T4	Первое начало термодинамики	Математическое выражение I начала термодинамики для неподвижных систем в интегральной и дифференциальной формах. Полный дифференциал внутренней энергии и неполные дифференциалы работы и теплоты.
P3.T5	Энтальпия. Полезная внешняя работа. Работа проталкивания	Преобразование Лежандра дифференциальной формы записи I начала термодинамики. Энтальпия. Физический смысл энтальпии. Полезная внешняя работа и работа проталкивания. Их физический смысл. Две формы записи I начала термодинамики с использованием внутренней энергии и энтальпии
P3.T6	Теплоёмкости термодинамической системы	Теплоёмкости термодинамической системы при постоянном объёме и при постоянном давлении
P3.T7	Внутренняя энергия, энтальпия и энтропия идеального газа	Вычисление внутренней энергии и энтальпии идеального газа с использованием молекулярно-кинетической теории. Теплоёмкости идеального газа при постоянном объёме и при постоянном давлении. Интегрирующий множитель для дифференциала теплоты. Энтропия идеального газа. Диаграмма $T-s$. Вычисление энтропии идеального газа.
P4	Термодинамические процессы идеальных газов	
P4.T1	Вводные замечания	Определение термодинамического процесса. Обратимые и необратимые процессы

P4.T2	Постановка задачи	Цели и задачи термодинамического расчёта процессов. Система дифференциальных уравнений, описывающих обратимые процессы идеальных газов
P4.T3	Политропные процессы	Определение политропного процесса. Уравнение политропного процесса в переменных $p-v$ и $T-s$. Показатель политропы. Соотношения между параметрами в политропном процессе. Вычисление работы изменения объёма, полезной внешней работы и количества теплоты в политропном процессе. Теплоёмкость политропного процесса
P4.T4	Частные случаи политропных процессов	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатический процессы идеальных газов. Их расчёт и изображение в термодинамических диаграммах.
P5	Второе начало термодинамики	
P5.T1	Введение. Определения	Источник теплоты. Верхний и нижний источники теплоты. Тепловой двигатель (тепловая машина). Рабочее тело.
P5.T2	Общий анализ тепловых двигателей	Первое начало термодинамики в применении к циклам тепловых двигателей. Принципиальная схема тепловой машины. Термический КПД цикла теплового двигателя
P5.T3	Формулировки второго начала термодинамики	Вечный двигатель II рода. Формулировки Томсона и Клаузиуса.
P5.T4	Работы Сади Карно	Цикл Карно. Теоремы Карно. Термический КПД цикла Карно
P5.T5	Энтропия	Интеграл Клаузиуса. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Математическое выражение II начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Физический смысл энтропии. Критика теории «тепловой смерти» Вселенной.
P6	Термодинамика фазовых переходов	
P6.T1	Определения	Фазы. Агрегатные состояния. Гомогенные и гетерогенные системы. Многокомпонентные системы. Химический потенциал. Фазовые переходы I и II рода.
P6.T2	Условия термодинамического равновесия многофазных систем	Условия термодинамического равновесия двухфазных однокомпонентных систем. Условия термодинамического равновесия трёхфазных однокомпонентных систем. Условия термодинамического равновесия многофазных многокомпонентных систем. Правило фаз Гиббса. Формула Клапейрона-Клаузиуса
P6.T3	Фазовый переход «жидкость – пар»	Насыщенный пар. Влажный пар. Перегретый пар. Критическое состояние. Тройная точка. Пограничная кривая. Удельная теплота парообразования

P6.T4	Термическое уравнение состояния водяного пара	Аналитическая и табличная формы представления уравнения состояния водяного пара. Диаграммы “ $p - v$ ” и “ $T - s$ ” для водяного пара
P6.T5	Термодинамический расчёт процессов водяного пара	Система уравнений, описывающая обратимые процессы реальных газов (водяного пара). Частные случаи процессов водяного пара – изохорный, изобарный, изотермический и адиабатический. Их расчёт и изображение в диаграммах $p - v$ и $T - s$. Диаграмма $h - s$ для водяного пара
P7	Термодинамика потока	
P7.T1	Постановка задачи исследования	Первое и второе начала термодинамики для движущихся систем. Техническая работа и работа сил трения. Приближения, используемые при термодинамическом описании течения газов и паров в каналах. Уравнение неразрывности. Массовый расход.
P7.T2	Расчёт течения газов и паров в каналах	Сопло и диффузор. Скорость истечения и расход в адиабатически изолированных каналах. Кризис течения. Скорость звука. Число Маха. Закон обращения воздействий. Анализ закона обращения геометрического воздействия. Сужающееся сопло и сопло Лаваля. Особенности расчёта сопел. Учёт потерь на трение в соплах. Скоростной коэффициент и коэффициент потерь энергии. Понятие о расходном и тепловом соплах. Нерасчётные режимы течения
P7.T3	Дросселирование газов и паров	Процесс дросселирования. Эффект Джоуля – Томсона. Дифференциальный и интегральный дроссель-эффект. Температура инверсии. Кривая инверсии. Дросселирование ван-дер-ваальсовского газа.
P8	Термодинамический метод исследования циклов тепловых двигателей	Произвольный обратимый цикл. Среднеинтегральные температуры подвода и отвода тепла. Методы сравнения термодинамической эффективности циклов тепловых машин: аналитический, по площадям, по среднеинтегральным температурам. Регенерация тепла. Обобщённый цикл Карно. Система КПД теплового двигателя
P9	Компрессорные машины	
P9.T1	Одноступенчатый поршневой компрессор	Назначение и типы компрессоров. Поршневые, центробежные и осевые компрессоры. Термодинамический анализ работы компрессора. Расчёт мощности, затрачиваемой на привод компрессора. Учёт мёртвого пространства
P9.T2	Многоступенчатый компрессор	Выбор числа ступеней компрессора. Выбор степени повышения давления в ступенях многоступенчатого компрессора из условия минимума затрачиваемой мощности.
P10	Поршневые двигатели внутреннего сгорания	
P10.T1	Общие вопросы	Устройство, принцип действия и классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Индикаторная диаграмма. Степень сжатия. Топлива, применяемые в поршневых ДВС

P10.T2	Цикл ДВС $V=\text{const}$ (Цикл Отто)	ДВС с подводом теплоты при постоянном объёме (карбюраторный двигатель). Его конструктивные характеристики. Расчёт ДВС $V=\text{Const}$. Изображение цикла в термодинамических диаграммах, его анализ
P10.T3	Цикл ДВС $p=\text{const}$ (Цикл Дизеля)	ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении (дизельный двигатель). Его конструктивные характеристики. Расчёт ДВС $V = \text{Const}$. Изображение цикла в термодинамических диаграммах, его анализ.
P10.T4	Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты (Цикл Тринклера)	Расчёт ДВС $p=\text{Const}$. ДВС со смешанным подводом теплоты (двигатель Тринклера). Его конструктивные характеристики, расчёт и изображение в термодинамических диаграммах
P10.T5	Сравнение циклов поршневых двигателей	Сравнение термических КПД циклов поршневых ДВС по различным условиям
P11	Циклы газотурбинных установок	Преимущества газотурбинных двигателей по сравнению с поршневыми ДВС. Классификация газотурбинных установок (ГТУ).
P11.T1	ГТУ $p=\text{const}$ (расчёт)	Принципиальная схема ГТУ $p=\text{const}$. Приближения, используемые при термодинамическом расчёте газотурбинных установок. Изображение цикла ГТУ $p=\text{const}$ в диаграммах $p-v$ и $T-s$. Конструктивные характеристики цикла. Термодинамический расчёт цикла ГТУ $p=\text{const}$. Учёт необратимых потерь в компрессоре и в турбине
P11.T2	ГТУ $p=\text{const}$ (анализ)	Цикл ГТУ $p=\text{const}$ с оптимальным отношением давлений в компрессоре. Регенерация тепла в цикле ГТУ $p=\text{const}$. Цикл ГТУ $p=\text{const}$ с изотермическими процессами сжатия в компрессоре и расширения в турбине. Цикл ГТУ $p=\text{const}$ с многоступенчатым сжатием в компрессоре и расширением в турбине. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном объёме (ГТУ $V=\text{const}$).
P12	Циклы паросиловых установок	
P12.T1	Цикл Карно. Цикл Ренкина	Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Карно в области влажного пара. Его преимущества и недостатки. Цикл Ренкина в области влажного пара. Изображение цикла в диаграммах $p-v$, $T-s$, $h-s$. Цикл Ренкина на перегретом паре. Его термодинамический расчёт. Вычисление расхода пара, расхода топлива в парогенераторе и расхода охлаждающей воды в конденсаторе.
P12.T2	Анализ цикла Ренкина	Влияние параметров пара на термический КПД цикла Ренкина. Требования к рабочему веществу цикла Ренкина. Цикл Ренкина с учётом необратимых потерь
P12.T3	Способы повышения термического КПД цикла Ренкина	Цикл Ренкина с промежуточным перегревом пара. Цикл Ренкина с отбором пара на регенерацию. Расчёт цикла с регенеративными подогревателями смешивающего и

		поверхностного типа. Комбинированные циклы. Парогазовые циклы. Бинарные циклы. Циклы атомных электростанций.
P12.T4	Теплофикация	Термодинамические основы теплофикации. Теплофикационные паровые циклы. Теплофикационный цикл с противодавлением. Теплофикационный цикл с отбором пара. Характеристики теплофикационных циклов: коэффициент использования тепла пара, коэффициент использования тепла топлива, коэффициент теплофикации.
P13	Циклы холодильных машин и тепловых насосов	
P13.T1	Обратные циклы	Обратные циклы. Обратный цикл Карно. Принципиальная схема холодильной установки. Холодопроизводительность. Холодильный коэффициент.
P13.T2	Цикл воздушной холодильной установки	Принципиальная схема установки. Турбодетандер. Изображение цикла в термодинамических диаграммах, его расчёт и анализ
P13.T3	Цикл парокомпрессорной холодильной установки	Принципиальная схема установки. Дроссельный вентиль. Требования к рабочим телам (хладагентам) парокомпрессорных холодильных установок. Цикл с влажным ходом компрессора. Цикл с сухим ходом компрессора
P13.T4	Тепловой насос	Цикл теплового насоса. Принципиальная схема. Отопительный коэффициент. Термодинамический расчёт теплового насоса
P14	Влажный воздух	Абсолютная и относительная влажность влажного воздуха. Влагосодержание. Точка росы. Гигрометр. Психрометр. Диаграмма h-d для влажного воздуха. Расчёт процесса сушки влажного материала
P15	Эксергетический метод	Максимальная работа. Эксергия. Эксергия неподвижной термодинамической системы. Эксергия потока. Эксергия теплоты. Эксергетический КПД

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 самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде

			закономерностей развития природы, человека и общества	
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Термодинамика

Электронные ресурсы (издания)

1. , Белоусов, В. С., Жилкин, Б. П., Мориллов, А. А.; Техническая термодинамика : Метод. указания к лаб. раб. по курсу " Техническая термодинамика", "Термодинамика и теплопередача", "Теоретические основы теплотехники" для студентов всех форм обучения специальностей теплоэнерг., строит. и мех-маш. фак.; УПИ, Свердловск; 1991; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/539> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Кириллин, В. А.; Техническая термодинамика : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1983 (27 экз.)
2. , Островская, А. В., Толмачев, Е. М., Белоусов, В. С., Нейская, С. А., Сапожников, Б. Г.; Техническая термодинамика : учебное пособие [в 2 частях]. Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2009 (44 экз.)
3. , Островская, А. В., Толмачев, Е. М., Белоусов, В. С., Нейская, С. А., Сапожников, Б. Г.; Техническая термодинамика : учебное пособие [в 2 частях]. Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2009 (44 экз.)
4. , Сапожников, Б. Г., Островская, А. В., Толмачев, Е. М., Белоусов, В. С., Нейская, С. А.; Техническая термодинамика : учебно-методическое пособие : в 2 частях. Ч. 2. ; УрФУ, Екатеринбург; 2010 (60 экз.)
5. Королев, В. Н., Толмачев, Е. М.; Техническая термодинамика : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 140503 - Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели направления подготовки 140500 - Энергомашиностроение.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (50 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. www.thermophysics.ru/triptych - «Информационный триптих теплофизических свойств веществ» - информационно-аналитическая система для хранения и распространения библиографических и численных данных о теплофизических свойствах веществ
2. М.Ю. Иванов. Теплофизические свойства воды и водяного пара: www.pargvo95
3. А.А. Александров, К.А. Орлов. WaterSteamPro: www.wsp.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

Зональная научная библиотека: <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Термодинамика

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 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не используется
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	Рабочее место преподавателя	Не используется

5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не используется
6	Самостоятельная работа студентов	Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Google Chrome, Mozilla Firefox