|  |
| --- |
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение |
| высшего образования |
| «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина |
| (Технологии. Дизайн. Искусство)» |
|  |
| Институт  | Химических технологий, промышленной экологии и безопасности |
| Кафедра  | Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности |

|  |
| --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА****УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** |
| **«Комбинированные энергетические установки»** |
| Уровень образования  | бакалавриат |
| Направление подготовки/Специальность | 13.03.01 | Теплоэнергетика и теплотехника |
| Направленность (профиль)/Специализация | Промышленная теплоэнергетика |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года11 м |
| Форма обучения | заочная |

|  |
| --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Комбинированные энергетические установки» основной профессиональной образовательной программы высшего образования*,* рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 10 от 14.06.2021 г. |
| Разработчик рабочей программы учебной дисциплины: |
|  | доцент | Н.М. Шарпар |
|  |  |  |
| Заведующий кафедрой: | О.И. Седляров |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Комбинированные энергетические установки» изучается в седьмом и восьмом семестрах.
			2. Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрены.

## Форма промежуточной аттестации:

|  |  |
| --- | --- |
| восьмой семестр | - зачет с оценкой |

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Комбинированные энергетические установки» относится к обязательной части программы.
			2. Изучение дисциплины опирается на результаты освоения образовательной программы предыдущего уровня.
			3. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:
		- Техническая термодинамика;
		- Математические методы в теплофизике и теплоэнергетике;
		- Основы инженерного проектирования теплоэнергетических систем (AutoCAD);
		- Теплофизика;
		- Химия неорганическая;
		- Химия органическая;
		- Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике;
		- Математика;
		- Метрология, стандартизация и сертификация;
		- Физика.
		- Нагнетатели, тепловые двигатели и энергетические установки;
		- Энергетический аудит промышленных предприятий;
		- Экспериментальные методы исследований в теплофизике.
			1. Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:
		- Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике;
		- Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха на промышленных предприятиях;
		- Производственная практика. Научно-исследовательская работа;
		- Надежность систем теплоснабжения;
		- Основы надежности трубопроводных систем;
		- Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий;
		- Энергоэффективность систем централизованного теплоснабжения.
			1. Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМБИНИРОВАННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»

* + - 1. Целями освоения дисциплины «Комбинированные энергетические установки» является:
		- формирование и развитие у студентов компетенций в области энергетических систем и комплексов на основе углубленного изучения теории системных исследований региональных теплоэнергетических комплексов, оптимизации структуры и режимов работы комплексов, решения проблем рационального использования энергетических ресурсов;
		- подготовка конкурентоспособных инженеров на основе познания закономерностей изменения технического состояния теплоэнергетических установок и систем в процессе их эксплуатации;
		- изучение методов и средств, направленных на поддержание теплоэнергетических установок и систем в исправном состоянии при экономном использовании всех видов ресурсов и обеспечении промышленной и экологической безопасности;
		- сформировать компетенции обучающегося в области производства тепловой и электрической энергии на ТЭС;
		- познакомить будущих бакалавров с типовыми конструкциями, принципами работы, современным состоянием и перспективами развития, особенностями эксплуатации промышленных тепловых электрических станций;
		- формирование знаний о видах природных источников энергии и способах преобразования их в электрическую и тепловую энергию.
			1. Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

## Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине «Комбинированные энергетические установки»:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора****достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения** **по дисциплине**  |
| --- | --- | --- |
| ПК-2Использует типовые методы расчетов при обеспечении технологических процессов объектов профессиональной деятельности | ИД-ПК-2.1Расчет типовыми методами технологических процессов генерации энергииИД-ПК-2.3Расчет типовыми методами технологических процессов использования и утилизации энергииИД-ПК-2.5Разработка мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности | - Демонстрирует понимание проведения тепловых конструктивных и гидравлических расчетов тепломассообменного оборудования предприятий;- Способен принять, обосновать и защитить конкретные решения при выборе и конструировании тепломассообменного оборудования;- Демонстрирует методы компьютерного моделирования объектов энергетического оборудования в с использованием пакетов прикладных программ;- Способен конструировать узлы агрегатов общего назначения и энергетического оборудования в соответствии с техническим заданием; подбирать справочную литературу, стандарты, а также прототипы конструкций при проектировании; выбирать наиболее подходящие материалы для элементов технологического оборудования и рационально их использовать;- Демонстрирует основы современных методов проектирования и расчета теплоэнергетического оборудования; методиками и подходами к проектированию основных деталей оборудования для теплоэнергетики и технологических процессов. |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по заочной форме обучения –  | 3 | **з.е.** | 108 | **час.** |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий

|  |
| --- |
| **Структура и объем дисциплины** |
| **Объем дисциплины по семестрам** | **форма промежуточной аттестации** | **всего, час** | **Контактная аудиторная работа, час** | **Самостоятельная работа обучающегося, час** |
| **лекции, час** | **практические занятия, час** | **лабораторные занятия, час** | **практическая подготовка, час** | ***курсовая работа/******курсовой проект*** | **самостоятельная работа обучающегося, час** | **промежуточная аттестация, час** |
| 4 курс |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| зимняя сессия |  | 72 | 6 | 6 | 6 |  |  | 54 |  |
| летняя сессия | зачет с оценкой | 36 |  |  |  |  |  | 32 | 4 |
| Всего: |  | 108 | 6 | 6 | 6 |  |  | 54 |  |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (заочная форма обучения)

| **Планируемые (контролируемые) результаты освоения:** **код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций** | **Наименование разделов, тем;****форма(ы) промежуточной аттестации** | **Виды учебной работы** | **Самостоятельная работа, час** | **Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости;****формы промежуточного контроля успеваемости** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа** |
| **Лекции, час** | **Практические занятия, час** | ***Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час*** | **Практическая подготовка, час** |
|  | **Зимняя сессия (4 курс)** |
| ПК-2:ИД-ПК-2.1ИД-ПК-2.3ИД-ПК-2.5 | **Раздел I. Энергетика в современном мире** | х | х | х | х | 19 | Формы текущего контроля по разделу I:1. устный опрос2. защита лабораторных работ.3. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ. |
| Тема 1.1 Основные закономерности и тенденции развитияэнергетики и электрификации | 1 |  |  |  | х |
| Тема 1.2 Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России | 1 |  |  |  | х |
| Тема 1.3 Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения | 1 |  |  |  | х |
| Лабораторная работа № 1.1 Устройство и конструкция двигателя внутреннего сгорания |  |  | 4 |  | х |
| Лабораторная работа № 1.2 Состав и устройство систем, обслуживающих дизельную установку |  |  | 4 |  | х |
| ПК-2:ИД-ПК-2.1ИД-ПК-2.3ИД-ПК-2.5 | **Раздел II.**  | х | х | х | х | 19 | Формы текущего контроля по разделу II:1. коллоквиум2. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ.3. защита лабораторных работ.4. индивидуальное домашнее задание.5. контрольная работа.  |
| Тема 2.1 Введение. Основные типы комбинированных ПГУ | 1 |  |  |  | х |
| Тема 2.2 Газотурбинные установки | 1 |  |  |  | х |
| Тема 2.3 Комбинированные парогазовые установки ТЭС с утилизационным котлом | 1 |  |  |  | х |
| Тема 2.4 Комбинированные парогазовые установки со сбросом газов в топку энергетического котла | 2 |  |  |  | х |
| Тема 2.5 Комбинированные парогазовые установки с высоконапорным котлом | 2 |  |  |  | х |
| Тема 2.6 Комбинированные парогазовые установки с впрыском пара в газовый тракт ГТУ (ПГУ-STIG) | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие №2.1Расчет идеального цикла газотурбинной установки. Расчет газовой турбины по циклу с подводом теплоты при р = const без регенерации. Определение термического КПД идеального цикла ГТУ |  | 4 |  |  | х |
| Практическое занятие №2.2Тепловой и аэродинамический расчет котлов-утилизаторов за газовыми турбинами |  | 4 |  |  | х |
| Лабораторная работа № 2.1 Изучение конструкции газотурбинного двигателя ГТД-3Ф |  |  | 4 |  | х |
| Лабораторная работа № 2.2 Состав и конструкция паровой турбогенераторной установки |  |  | 4 |  | х |
| ПК-2:ИД-ПК-2.1ИД-ПК-2.3ИД-ПК-2.5 | **Раздел III. Параметры и характеристики ГТУ и ПГУ** | х | х | х | х | 19 | Формы текущего контроля по разделу III:1. коллоквиум2. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ.3. защита лабораторных работ.4. контрольная работа. |
| Тема 3.1 Параметры и характеристики продуктов сгорания топлива ГТУ | 2 |  |  |  | х |
| Тема 3.2 Система уравнений утилизационного котла комбинированной ПГУ и ее расчет | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие №3.1Расчет котла-утилизатора |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие №3.2Расчёт тепловой схемы ПГУ-ТЭС утилизационного типа |  | 4 |  |  |  |
|  | **ИТОГО за зимнюю сессию (4 курс)**  | **6** | **6** | **6** |  | **54** |  |
|  | **Летняя сессия (4 курс)** |
|  | Зачет с оценкой | х | х | х | х | 4 | в устной форме по вопросам |
|  | **ИТОГО за летнююсессию (4 курс)** |  |  |  |  | 32 |  |
|  | **ИТОГО за весь период** |  |  |  |  | **86** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Энергетика в современном мире** |
| Тема 1.1 | Основные закономерности и тенденции развитияэнергетики и электрификации. | Основные природные энергетические ресурсы мира иего основных регионов. Характеристики направленийих использования.Главные особенности мирового энергетического баланса и развития электрификации по основным регионам. Особенности существующего состоянияэнергетики мира и их перспективы в первой половинеХХ1 века. |
| Тема 1.2 | Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России. | Основные изменения в области производства и передачи природных энергетических ресурсов, их переработки. Потребления электрической и тепловой энергии, прямого расхода топлива. Основные объективные тенденции развития энергетики и электрификации в России и за рубежом. Пропорции развития энергетики и электрификации, энерговооруженность труда. Структура конечного потребления энергии. Структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов. Роль нетрадиционных видов энергии в энергетическом балансе, основные направления энергосбережения: Тенденция создания децентрализованных источников энергоснабжения, критерии эффективности. |
| Тема 1.3 | Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения | Методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии. Энергетическая стратегия России до 2030г. Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов. Особенности развития крупных систем и комплексов в электроэнергетической, газоснабжающей, теплоснабжающей и нефтеснабжающей отраслях, в ядерной энергетике и угольной промышленности. Создание энергетических комплексов. Проблема экономии ресурсов и средств в энергетике. Главные технические пути решения проблемы. Использование возобновляемых источников энергии, потенциал энерго- и ресурсосбережения. |
| **Раздел II** | **Комбинированные установки ТЭС** |
| Тема 2.1 | Введение. Основные типы комбинированных ПГУ | Введение. Основные типы комбинированных ПГУ: основные преимущества комбинированных бинарных установок;краткие исторические сведения развития ПГУ; основные типы ПГУ. |
| Тема 2.2 | Газотурбинные установки | Газотурбинные установки: классификация ГТУ; идеальный цикл ГТУ при р = const (цикл Брайтона);реальный цикл при р = const; промежуточное охлаждение воздуха в ГТУ; промежуточный подогрев газа в ГТУ; ГТУ с регенерацией теплоты; тепломеханические схемы ГТУ; отечественные и зарубежные производители энергетических ГТУ; параметры и характеристики современных энергетических ГТУ. |
| Тема 2.3 | Комбинированные парогазовые установки ТЭС с утилизационным котлом | Комбинированные парогазовые установки ТЭС с утилизационным котлом: тепловая схема и цикл ПГУ с УК; T-Q диаграмма теплообмена в утилизационном котле; уравнения тепловых балансов элементов УК; алгоритм определения паропроизводительности УК; схема тепловых потоков ПГУ с УК; мощность паровой турбины и КПД парогазовой установки с УК; ПГУ с УК и дожиганием топлива; ПГУ с двухконтурным УК; T-Q диаграмма УК двух давлений; сравнение ПГУ с УК одного и двух давлений; ПГУ пылеугольных ТЭС с параллельной схемой работы. ПГУ пылеугольных ТЭС с полузависимой схемой работы. |
| Тема 2.4 | Комбинированные парогазовые установки со сбросом газов в топку энергетического котла | Комбинированные парогазовые установки со сбросом газов в топку энергетического котла: тепловая схема и цикл сбросной ПГУ; особенности ПГУ сбросного типа; схема тепловых потоков и основные показатели сбросных ПГУ; схема и особенности проектирования котельных установок с предвключенными ГТУ. |
| Тема 2.5 | Комбинированные парогазовые установки с высоконапорным котлом | Комбинированные парогазовые установки с высоконапорным котлом: схема и цикл ПГУ с высоконапорным котлом; особенности ПГУ и высоконапорного котла; избыточная мощность газовой турбины и КПД ПГУ с высоконапорным котлом; характер влияния степени повышения давления в ГТУ на КПД ПГУ с высоконапорным котлом. |
| Тема 2.6 | Комбинированные парогазовые установки с впрыском пара в газовый тракт ГТУ (ПГУ-STIG) | Комбинированные парогазовые установки с впрыском пара в газовый тракт ГТУ (ПГУ-STIG): особенности, преимущества и перспективы STIG-технологии; схема и теоретический цикл ПГУ с впрыском пара в камеру сгорания и газовый тракт ГТУ; основные положения теплового расчета ПГУ с впрыском пара (ПГУSTIG); параметры оптимального цикла ПГУ с впрыском пара; алгоритм расчета ПГУ с впрыском пара. |
| **Раздел III** | **Параметры и характеристики ГТУ и ПГУ** |
| Тема 3.1  | Параметры и характеристики продуктов сгорания топлива ГТУ | Параметры и характеристики продуктов сгорания топлива ГТУ: расчет и анализ параметров и характеристик продуктов сгорания газообразного и жидкого топлив ГТУ. Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ: выполнение тепловых расчетов схем ГТУ. |
| Тема 3.2  | Система уравнений утилизационного котла комбинированной ПГУ и ее расчет | Система уравнений утилизационного котла комбинированной ПГУ и ее расчет: составление систем уравнений УК и их решение. Расчет выходных показателей комбинированной ПГУ с УК: расчет внутренней и электрической мощностей паровой турби ны, внутреннего и электрического КПД ПГУ; расчет абсолютных и относительных потерь и коэффициента бинарности ПГУ. Расчет комбинированной ПГУ с высоконапорным котлом: расчет тепловой схемы и показателей эффективности ПГУ с высоконапорным котлом. |

## Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию*.* Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

подготовку к лекциям и лабораторным занятиям, зачетам, экзаменам;

изучение учебных пособий;

изучение разделов/тем, не выносимых на лекции самостоятельно;

написание тематических докладов, рефератов на проблемные темы;

подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;

проведение консультаций перед экзаменом, перед зачетом.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела /темы дисциплины*,* выносимые на самостоятельное изучение** | **Задания для самостоятельной работы** | **Виды и формы контрольных мероприятий****(учитываются при проведении текущего контроля)** | **Трудоемкость, час** |
| **Раздел I** | **Энергетика в современном мире** |
| Тема 1.1 | Основные закономерности и тенденции развитияэнергетики и электрификации. | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям и лабораторным занятиям; подготовиться к устному опросу; подготовка к защите лабораторной работы. | устный опрос; письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ; защита лабораторных работ. | **19** |
| Тема 1.2 | Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России. |  |  |
| Тема 1.3 | Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения |
| **Раздел II** | **Комбинированные установки ТЭС** |
| Тема 2.1 | Введение. Основные типы комбинированных ПГУ | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям; подготовка к коллоквиумам и контрольным работам; подготовиться к устному опросу и индивидуальному домашнему заданию. | устный опрос; коллоквиум; письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ; контрольная работа; индивидуальное домашнее задание; защита лабораторных работ. | **19** |
| Тема 2.2 | Газотурбинные установки |
| Тема 2.3 | Комбинированные парогазовые установки ТЭС с утилизационным котлом |
| Тема 2.4 | Комбинированные парогазовые установки со сбросом газов в топку энергетического котла |
| Тема 2.5 | Комбинированные парогазовые установки с высоконапорным котлом |
| Тема 2.6 | Комбинированные парогазовые установки с впрыском пара в газовый тракт ГТУ (ПГУ-STIG) |
| **Раздел III** | **Параметры и характеристики ГТУ и ПГУ** |
| Тема 3.1  | Параметры и характеристики продуктов сгорания топлива ГТУ | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям; подготовка к коллоквиумам и контрольным работам; подготовиться к устному опросу. | устный опрос; коллоквиум; письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ; контрольная работа; защита лабораторных работ. | **19** |
| Тема 3.2  | Система уравнений утилизационного котла комбинированной ПГУ и ее расчет |

# РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

## Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенции(-й)** | **Итоговое количество баллов****в 100-балльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Оценка в пятибалльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Показатели уровня сформированности**  |
| **универсальной(-ых)** **компетенции(-й)** | **общепрофессиональной(-ых) компетенций** | **профессиональной(-ых)****компетенции(-й)** |
|  |  | ПК-2:ИД-ПК-2.1ИД-ПК-2.3ИД-ПК-2.5 |
| высокий | 85 – 100 | отлично/зачтено (отлично)/зачтено |  |  | Обучающийся:* исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения;
* свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе;
* демонстрирует сформированное знание о разработке схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства;
* демонстрирует успешное и систематическое владение правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности;
* способен сформировать систематические знания нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности;
* способен разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.
 |
| повышенный | 65 – 84 | хорошо/зачтено (хорошо)/зачтено |  |  | Обучающийся:* достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия;
* допускает единичные негрубые ошибки;
* достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;
* знает идеальные термодинамические циклы, параметры состояния рабочего тела, термодинамические процессы;
* способен определять тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы, определять зависимость параметров состояния идеального газа;
* демонстрирует успешное, но содержащее отдельные пробелы знание о разработке схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства;
* демонстрирует успешное, но содержащее отдельные пробелы владение правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности;
* способен сформировать, но отдельные пробелы знания нормативов по энерго и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности;
* демонстрирует отдельные пробелы умение разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.
 |
| базовый | 41 – 64 | удовлетворительно/зачтено (удовлетворительно)/зачтено |  |  | Обучающийся:* демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП;
* демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине;
* может изложить знания о идеальных термодинамических циклов, знает параметры состояния рабочего тела и термодинамические процессы;
* частично умеет определять тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы, определять зависимость параметров состояния идеального газа;
* демонстрирует успешное, но не систематическое знание о разработке схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства;
* демонстрирует успешное, но не систематическое владение правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности;
* демонстрирует структурированные знания нормативов по энергои ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности;
* демонстрирует не систематическое умение разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.
 |
| низкий | 0 – 40 | неудовлетворительно/не зачтено | Обучающийся:* демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;
* испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;
* не способен проанализировать задачу;
* не владеет принципами решения задач;
* выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя;
* допускает грубые ошибки при определении идеальных термодинамических циклов, не знает параметры состояния рабочего тела и термодинамические процессы;
* не умеет определять тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы, определять зависимость параметров состояния идеального газа;
* демонстрирует частично освоенное знание о разработке схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства;
* демонстрирует фрагментарное владение правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности;
* обладает фрагментами знаний нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности;
* имеет частично освоенное умение разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.
 |

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

* + - 1. При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине«Комбинированные энергетические установки» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине*,* указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий**
 |
| --- | --- | --- |
| 1 | - устный опрос (раздел 1) | Основные объективные тенденции развития энергетики и электрификации в России и за рубежом. Пропорции развития энергетики и электрификации, энерговооруженность труда. Структура конечного потребления энергии. Структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов. Роль нетрадиционных видов энергии в энергетическом балансе, основные направления энергосбережения: Тенденция создания децентрализованных источников энергоснабжения, критерии эффективности. Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета. Особенности выбора комбинированной и раздельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, ядерного горючего и возобновляемых источников энергии; влияние на эти решения особенностей схем энергоснабжения и топливоснабжения. Теплофикационные, теплоснабжающие системы и методы выбора оптимальных параметров; энергетические балансы предприятий, основы нормирования расходов топлива, и энергии. Выбор схем энергоснабжения территориальнопроизводственных комплексов, промышленных центров, крупных предприятий. Экологические проблемы энергетики Влияние энергетических объектов на окружающую среду. Виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы. Технические возможности снижения вредных выбросов в атмосферу и почву. |
| 2 | - устный опрос (раздел 2) | 1. Основные преимущества ПГУ 2. Краткие исторические сведения развития ПГУ 3. Классификация газотурбинных утановок 4. Идеальный цикл ГТУ при Р=const (цикл Брайтона) 5. Реальный цикл ГТУ при Р=const 6. Основные расчетные формулы реальной ГТУ 7. Промежуточное охлаждение воздуха в ГТУ (термодинамические основы) 8. Схема и цикл ГТУ с промежуточным охлаждением воздуха 9. Промежуточный подогрев газа в ГТУ (термодинамические основы) 10. Схема и цикл ГТУ с промежуточным подогревом газа 11. Схема и цикл ГТУ с регенерацией теплоты 12. Основные расчетные формулы ГТУ с регенерацией 13. Тепломеханические схемы ГТУ 14. Отечественные производители энергетических ГТУ 15. Зарубежные производители энергетических ГТУ 16. Основные типы парогазовых установок 17. Тепловая схема и цикл ПГУ с утилизационным котлом 18. T – Q диаграмма теплообмена в утилизационном котле 19. Уравнения тепловых балансов элементов УК 20. Алгоритм определения паропроизводительности УК 21. Схема тепловых потоков ПГУ с УК 22. Мощность паровой турбины и КПД ПГУ с УК 23. ПГУ с УК и дожиганием топлива 24. ПГУ с двухконтурным УК |
| 3 | - устный опрос (раздел 3) | 1. T – Q диаграмма теплообмена в УК двух давлений 2. Сравнение ПГУ с УК одного и двух давлений 3. Тепловая схема и цикл сбросной ПГУ 4. Особенности ПГУ сбросного типа 5. Схема тепловых потоков и основные показатели сбросных ПГУ 6. Схема и особенности проектирования котельных установок с предвключенными ГТУ 7. Схема и цикл ПГУ с высоконапорным котлом 8. Особенности ПГУ и высоконапорного котла 9. Избыточная мощность и КПД ПГУ с высоконапорным котлом 10. Характер влияния степени повышения давления на КПД ПГУ с высоконапорным котлом 11. Схема и теоретический цикл ПГУ с впрыском пара 12. Основные положения теплового расчета ПГУ с впрыском пара 13. Параметры оптимального цикла ПГУ с впрыском пара 14. Алгоритм расчета ПГУ с впрыском пара 15. ПГУ пылеугольных ТЭС с параллельной схемой работы 16.ПГУ пылеугольных ТЭС с полузависимой схемой работы. |
| 4 | - коллоквиум (раздел 2) | Для идеального цикла газотурбинной установки с подводом теплоты при р = const определить основные параметры (Р, v, T) в характерных точках, термический КПД, полезную работу, а также количество подведенной и отведенной теплоты, если температура и давление рабочего тела (воздуха) в начале адиабатного сжатия равны t1 = 40 C и Р1 = 0,085 МПа, а температура рабочего тела в конце расширения t2 = 180 C, степень повышения давления β = 4, степень предварительного расширения ρ = 2,1. Представить цикл в Р-v и Т-S диаграммах.В турбину ГТУ входит гелий с параметрами Р3 = 106 Н/м 2 ; t3 = 700 o C. Внутренний относительный КПД турбины равен ηоiт = 0,86, давление за турбиной Р4 = 105 Н/м 2 . Определить температуру гелия на выходе из турбины. Рассчитать также массовый часовой расход гелия (Д, кг/ч), если действительная мощность турбины равна Nе = 40 МВт. |
| 5 | - коллоквиум (раздел 2) | В цикле газовой турбины с подводом теплоты при v = const начальные параметры рабочего тела Р1 = 0,1 МПа и T1 = 300 К. Степень повышения давления в адиабатном процессе сжатия β = 10; к = 1,4. Температура на входе в турбину не должна превышать 1000 К. Рабочее тело – воздух; теплоемкости постоянные. Определить параметры (Р, v, Т) в характерных точках цикла, удельную работу расширения, степень сжатия, полезную работу, удельное количество подведенной и отведенной теплоты, термический КПД цикла. Представить цикл в Р-v и Т-S диаграммах.Газовая турбина работает по циклу с подводом теплоты при р = const без регенерации. Известны степень повышения давления β = 5 и степень предварительного расширения ρ = 2,0. Рабочее тело- воздух. Определить термический КПД этого цикла и сравнить его с циклом поршневого двигателя с подводом теплоты при р = const при одинаковых степенях сжатия ε и при одинаковых степенях расширения ρ. Представить циклы в Т-S диаграмме. |
| 6 | - коллоквиум (раздел 3) | Определить термический КПД идеального цикла ГТУ, работающей с подводом теплоты при р = const, а также термический КПД действительного цикла, т.е. с учетом необратимости процессов расширения и сжатия в турбине и компрессоре, если внутренние относительные КПД турбины и компрессора ηоiт = 0,88 и ηоiк = 0,85. Для этой установки известно, что t1 = 20 C, степень повышения давления в компрессоре β = 6; температура газа перед турбиной t3 = 900 C. Рабочее тело – воздух, теплоемкость его постоянна, показатель адиабаты к = 1,4. Представить циклы в Т-S диаграмме.Сравнить работу и термический КПД циклов ГТУ с подводом теплоты при р = const и v = const по следующим данным: начальное состояние воздуха в обоих циклах равно Р1 = 1 бар и t1 = 27 C, степени сжатия в обоих циклах равны 6, для обоих циклов установлены одинаковые предельные температуры, равные 1300 C. Определить мощности ГТУ, работающих по обоим циклам при расходе теплоты 120000 кДж/мин. Оба цикла представить в Р-v и Т-S диаграммах. |
| 7 | - коллоквиум (раздел 3) | Определить температуры всех точек теоретического цикла ГТУ с подводом теплоты при р = const и цикла ГТУ с предельной регенерацией, а также КПД этих циклов, если известно, что t1 = 30 C, степень повышения давления в компрессоре β = Р2/ Р1 = 6, температура газов перед турбиной t3 = 850 C. Рабочее тело – воздух, теплоемкость его постоянна. Представить схемы установок и циклы в Т-S диаграмме.ГТУ работает по циклу с подводом теплоты при р = const. Начальное состояние воздуха определяется давлением Р1 = 1,1 бар и температурой t1 = 30 C. Давление в камере сгорания равно Р2 = Р3 = 6 бар; степень предварительного расширения ρ = 2,0; количество подводимой теплоты 800 кДж, а расход газа Gs = 1 кг/с. Определить термический КПД цикла, количество отводимой теплоты, параметры рабочего тела во всех точках цикла и теоретическую мощность ГТУ. Цикл представить Р-v и Т-S диаграммах. |
| 8 | - контрольная работа (раздел 2) | Контрольная работа состоит из двух частей – практической (коллоквиум (раздел 2)) и теоретической (устный опрос (раздел 2)). В практической части необходимо решить задачу по расчету одного из циклов газотурбинной установки. В теоретической части необходимо ответить на четыре вопроса.  |
|  | - контрольная работа (раздел 3) | Контрольная работа состоит из двух частей – практической (коллоквиум (раздел 3)) и теоретической (устный опрос (раздел 3)). В практической части необходимо решить задачу по расчету одного из циклов газотурбинной установки. В теоретической части необходимо ответить на четыре вопроса.  |
|  | - индивидуальное домашнее задание | Индивидуальное домашнее задание предусматривает расчет одноконтурной ПГУ-КУ согласно схеме:Расчет делится на три этапа: расчет газовой турбины, расчет котла утилизатора, расчет паровой турбины, расчет технико-экономических показателей ПГУ-КУ. Задачи расчета: определить КПД газовой турбины, расход газа на выхлопе газовой турбины, расход топлива, температуру газа за газовой турбиной, КПД котла утилизатора, мощность паровой турбины, абсолютный электрический КПД паротурбинной установки, абсолютный электрический КПД ПГУ-КУ. Также, по данным расчета, необходимо построить QT-диаграмму котла утилизатора и комбинированный парогазовый цикл.Основные исходные данные для расчета: − Мощность газовой турбины Nгт=60…150 МВт. − Степень повышения давления π=10…28. − Температура газов поле камеры сгорания Т3=1300…1500 °К. − Топливо – природный газ, дизельное топливо. − Давление пара за котлом p0=4…4,5 МПа − Недогев на выходе из котла δt0=20…40 °С − Недогрев в пинч-точке δts= 6…8 °С − Внутренний относительный КПД паровой турбины ηoi= 0,80…0,85 − Давление в конденсаторе pк=3…5 кПаОсновные исходные данные распределяются согласно вариантам и представлены в таблицах 1 и 2. Дополнительные данные для расчета принимаются самостоятельно исходя из рекомендаций, изложенных в методических указаниях.Таблица 1. Исходные данные.\* – вариант определяется по двум последним цифрам (XY) номера зачетной книжки студента.Таблица 2. Исходные данные.Рекомендации к выполнению. Методика изложена в пособии Кобылкин М.В. Газовые турбины и комбинированные энергетические установки. (Обратитесь на кафедру для получения электронного варианта)1. Расчет газовой турбины (ГТ). Расчет ведется по разделу 1.3. Расчет характеристик однокомпрессорных ГТУ простого цикла на режиме номинальной мощности. Необходимо определить КПД ГТ, расход газа на выхлопе ГТ (по методике расход газа можно принять как Gв· (1+gт)) и температуру газа на выхлопе ГТ. Также необходимо условно построить цикл Брайтона по данным расчета. ВАЖНО: коэффициент gт, который принимается в расчете, необходимо уточнить после проведения расчета, если значения расходятся более чем на 2% необходимо сделать пересчет с уточненным значением (см. раздел 1.3.4). 2. Расчет котла утилизатора (КУ) и паровой турбины (ПТ). Расчет ведется по разделу 2.3.2 Утилизационные ПГУ и 2.3.2.2. Расчет тепловой схемы одноконтурной ПГУ Исходные данные по газовой турбине для данного этапа расчѐта, такие как расход газа после ГТ и температура газов после ГТ и теплоемкость газов, берутся из предыдущего расчета. Необходимо определить, мощность паровой турбины (ПТ), абсолютный электрический КПД паротурбинной установки (ПТУ), КПД котла утилизатора. Также необходимо условно построить цикл Ренкина по данным расчета. Мощность турбины определяется как произведение расхода пара и теплоперепада: Nпт=D0·H0·ηoi·ηэм 3. Расчет технико-экономических показателей. Необходимо вынести в этот раздел мощность ГТ, КПД ГТ, Расход топлива, мощность ПТ, абсолютный электрический КПД ПТУ. Рассчитать абсолютный электрический КПД ПГУ: ηпгу= (Nгт+Nпт)/Qкс ВАЖНО: Qкс=Q рассчитывается в первом этапе (см. раздел 1.3.2). Также необходимо условно построить совмещенный цикл Брайтона Ренкина по данным расчета. |
|  | - лабораторная работа (темы 1.2) | Устройство и конструкция двигателя внутреннего сгорания1. Как работает четырехтактный ДВС?2. Каково назначение деталей и узлов остова двигателя?3. Каково назначение кривошипно-шатунного механизма?4. Каково назначение механизма газораспределения двигателя? |
|  | - лабораторная работа (темы 1.2) | Состав и устройство систем, обслуживающих дизельную установку1. Какие системы обслуживают работу дизельной установки?2. Каково назначение и функционирование топливной системы дизельной установки?3. Каково назначение и функционирование системы смазки дизеля?4. Каково назначение и функционирование системы охлаждения дизеля? |
|  | - лабораторная работа (темы 2.2) | Изучение конструкции газотурбинного двигателя ГТД-3Ф1. Каковы конструктивные особенности двигателя?2. Охарактеризуйте основные элементы двигателя.3. Дайте характеристику системам двигателя. |
|  | - лабораторная работа (темы 3.2) | Состав и конструкция паровой турбогенераторной установки1. Каково назначение элементов установки?2. Каков путь рабочего тела от котла и до теплого ящика?3. Каковы конструктивные особенности элементов паровой турбины?4. Как работает система регулирования и защиты турбинного агрегата?5. Каково назначение элементов масляной системы, путь масла? |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Устный опрос | ответ ученика полный, самостоятельный, правильный, изложен литературным языком в определенной логической последовательности, рассказ сопровождается новыми примерами; учащийся обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теории, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения; учащийся умеет применить знания в новой ситуации при выполнении практических заданий, знает основные понятия и умеет оперировать ими при решении задач, правильно выполняет чертежи, схемы и графики, сопутствующие ответу; может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов; | 12 – 15 баллов | 5 |
| ответ удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку "5", но содержит неточности в изложении фактов, определений, понятии, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач, неточности легко исправляются при ответе на дополнительные вопросы; учащийся не использует собственный план ответа, затрудняется в приведении новых примеров, и применении знаний в новой ситуации, слабо использует связи с ранее изученным материалом и с материалом, усвоенным при изучении других предметов. | 9 – 11 баллов | 4 |
| большая часть ответа удовлетворяет требованиям к ответу на оценку "4", но в ответе обнаруживаются отдельные пробелы, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала; учащийся обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий или непоследовательности изложения материала, умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и задач, требующих преобразования формул. | 5 – 8 баллов | 3 |
| ответ неправильный, показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, неумение работать с учебником, решать количественные и качественные задачи; учащийся не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы. | 0 - 4 баллов | 2 |
| Коллоквиум | сделан перевод единиц всех физических величин в «СИ», все необходимые данные занесены в условие, правильно выполнены чертежи, схемы, графики, рисунки, сопутствующие решению задач, сделана проверка по наименованиям, правильно проведены математические расчеты и дан полный ответ; на качественные и теоретические вопросы дан полный, исчерпывающий ответ литературным языком в определенной логической последовательности, учащийся приводит новые примеры, устанавливает связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов, умеет применить знания в новой ситуации; учащийся обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения. | 20 - 25 баллов | 5 |
| работа выполнена полностью или не менее чем на 80 % от объема задания, но в ней имеются недочеты и несущественные ошибки; ответ на качественные и теоретические вопросы удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, но содержит неточности в изложении фактов, определений, понятий, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач; учащийся испытывает трудности в применении знаний в новой ситуации, не в достаточной мере использует связи с ранее изученным материалом и с материалом, усвоенным при изучении других предметов. | 16 - 20 баллов | 4 |
| работа выполнена в основном верно (объем выполненной части составляет не менее 2/3 от общего объема), но допущены существенные неточности; учащийся обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий и закономерностей; умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и сложных количественных задач, требующих преобразования формул. | 10 - 15 баллов | 3 |
| работа в основном не выполнена (объем выполненной части менее 2/3 от общего объема задания); учащийся показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, не умеет решать количественные и качественные задачи. | 2 - 5 баллов | 2 |
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерении; учащийся самостоятельно и рационально смонтировал необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполнил анализ погрешностей; правильно определил цель опыта; выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; научно грамотно, логично описал наблюдения и сформулировал выводы из опыта. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления и сделал выводы; проявляет организационно-трудовые умения (поддерживает чистоту рабочего места и порядок на столе, экономно использует расходные материалы). эксперимент осуществляет по плану с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием. | 12 – 15 баллов | 5 |
| выполнение лабораторной работы удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку "5", но учащийся допустил недочеты или негрубые ошибки, не повлиявшие на результаты выполнения работы; опыт проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений; или было допущено два-три недочета; или не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или эксперимент проведен не полностью; или в описании наблюдений из опыта допустил неточности, выводы сделал неполные. | 9 – 11 баллов | 4 |
| результат выполненной части лабораторной работы таков, что позволяет получить правильный вывод, но в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки; правильно определил цель опыта; работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы; или подбор оборудования, объектов, материалов, а также работы по началу опыта провел с помощью учителя; или в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов; опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью; или в отчёте были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, и т.д.) не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения; допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию учителя. | 5 – 8 баллов | 3 |
| результаты выполнения лабораторной работы не позволяют сделать правильный вывод, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно; не определил самостоятельно цель опыта; выполнил работу не полностью, не подготовил нужное оборудование и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно; или в ходе работы и в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке "3"; допускает две (и более) грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не может исправить даже по требованию учителя.Примечания. Во всех случаях оценка снижается, если ученик не соблюдал требований техники безопасности при проведении эксперимента. В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный подход к выполнению работы, но в отчете содержатся недостатки, оценка за выполнение работы, по усмотрению учителя, может быть повышена по сравнению с указанными нормами. | 0 - 4 баллов | 2 |
| Решение задач (заданий)  | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках);  | 13 – 15 баллов | 5 |
| Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них;  | 8 – 12 баллов | 4 |
| Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; | 4 – 7 баллов | 3 |
| Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. | 0 – 3 баллов | 2 |
| Контрольная работа | сделан перевод единиц всех физических величин в «СИ», все необходимые данные занесены в условие, правильно выполнены чертежи, схемы, графики, рисунки, сопутствующие решению задач, сделана проверка по наименованиям, правильно проведены математические расчеты и дан полный ответ; на качественные и теоретические вопросы дан полный, исчерпывающий ответ литературным языком в определенной логической последовательности, учащийся приводит новые примеры, устанавливает связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов, умеет применить знания в новой ситуации; учащийся обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения. | 20 - 25 баллов | 5 |
| работа выполнена полностью или не менее чем на 80 % от объема задания, но в ней имеются недочеты и несущественные ошибки; ответ на качественные и теоретические вопросы удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, но содержит неточности в изложении фактов, определений, понятий, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач; учащийся испытывает трудности в применении знаний в новой ситуации, не в достаточной мере использует связи с ранее изученным материалом и с материалом, усвоенным при изучении других предметов. | 16 - 20 баллов | 4 |
| работа выполнена в основном верно (объем выполненной части составляет не менее 2/3 от общего объема), но допущены существенные неточности; учащийся обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий и закономерностей; умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и сложных количественных задач, требующих преобразования формул. | 10 - 15 баллов | 3 |
| работа в основном не выполнена (объем выполненной части менее 2/3 от общего объема задания); учащийся показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, не умеет решать количественные и качественные задачи. | 2 - 5 баллов | 2 |
| Индивидуальная домашняя работа | Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. | 9-12 баллов | 5 |
| Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета. | 7-8 баллов | 4 |
| Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. | 4-6 баллов | 3 |
| Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.  | 1-3 баллов | 2 |
| Работа не выполнена. | 0 баллов |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы****для проведения промежуточной аттестации:** |
| Зачет с оценкой в письменной форме по вопросам | 1. Приведите схемы ГТУ открытого и закрытого типа, назовите их элементы и укажите положительные и отрицательные качества этих установок. 2. Изобразите схему газотурбинной установки с изобарным подводом теплоты и её цикл в координатах Р-v и Т-S. Дайте краткие пояснения. Назовите основные методы повышения термического КПД газотурбинной установки. 3. Изобразите схему и цикл ГТУ с изохорным подводом теплоты в координатах Р-v и Т-S. Назовите процессы цикла с точки зрения термодинамики и физической сущности. Укажите параметры, определяющие величину термического КПД цикла. 4. Представьте в координатах Т-S цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты и идеальной регенерацией. Объясните в чем суть регенерации и покажите за счет чего расчет термический КПД регенеративного цикла, приведите формулу термического КПД цикла. 5. Изобразите в координатах Р-v и Т-S идеальный цикл ГТУ с многоступенчатым сжатием и многократным подводом теплоты и регенерацией. Назовите процессы цикла с точки зрения их термодинамической и физической сущности. Укажите к какому циклу стремятся, применяя многоступенчатое сжатие и многократный подвод тепла и почему? 6. Как трансформируется в Т-S координатах цикл ГТУ с учетом потерь от необратимости в процессах расширения и сжатия. Как учитываются эти потери? Как влияет на работу и термический КПД цикла степень повышения давления воздуха в компрессоре в условиях необратимости? 7. Какие методы можно использовать для повышения КПД ГТУ? Опишите их. 8. Дайте сравнительную оценку циклов ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты и регенерацией при одинаковой степени повышения давления и одинаковой температурой газа на входе в турбину. Представьте сравнение циклов в Т-S координатах. 9. С какой целью производится комбинирование циклов тепловых двигателей. Какие тепловые двигатели используют для создания комбинированных установок. В чем принципиальное различие бинарных и составных циклов с точки зрения повышения термического КПД комбинированного цикла. 10. Какую форму должны иметь газовая и паровая части парогазовой установки при условии максимального приближения к циклу Карно? Поясните это с помощью диаграммы Т-S и укажите пути достижения таких форм газовой и паровой частей комбинированного цикла. 11. Приведите принципиальную схему парогазовой установки с высоконапорным парогенератором и её цикл в диаграмме Т-S. Объясните – за счет чего достигается повышение экономичности в такой установке?12. Принципиальные схемы ТЭС. Классификация ТЭС 13 Устройство и функционирование современной ТЭС, работающей на органическом топливе 14 Топливное хозяйство ТЭС на твердом топливе 15 Водоснабжение ТЭС. Прямоточная и оборотная системы водоснабжения. Охладительные устройства. 16 Теоретический цикл паросиловой установки – цикл Ренкина (в диаграммах Р-V; T-S;hS) 17 Влияние начального давления и температуры и конечного давления на КПД цикла Ренкина 18 Тепловая схема ТЭС. 19 Основное оборудование ТЭС, его назначение 20 Вспомогательное оборудование ТЭС, его назначение 21 Паровые турбины ТЭС. Классификация турбин. 22 Принципиальные тепловые схемы ПТУ 23 Паровые котлы ТЭС. Классификация котлов. 24 Цикл газотурбинной установки с регенерацией теплоты25 Газотурбинные установки. Классификация ГТУ 26 Газотурбинные установки. Необратимый цикл с подводом теплоты к рабочему телу при постоянном давлении. 27 Газотурбинные установки. Принципиальные тепловые схемы ГТУ открытого типа. 28 Топливное хозяйство ТЭС на жидком и газообразном топливе.18 Газотурбинные установки. Обратимый ГТУ с подводом теплоты к рабочему телу при постоянном давлении. 29 Устройство и конструкция элементов мощных энергетических ГТУ. Устройство газовой турбины. 30 Устройство современной стационарной высокотемпературной ГТУ. Основные типы камер сгорания, используемых в стационарных ГТУ. 31 Устройство и конструкция элементов мощных энергетических ГТУ. Устройство компрессора. 32 Котлы-утилизаторы газотурбинных установок 33 Парогазовые установки электростанций. Классификация ПГУ, их преимущества и недостатки. 34 Цикл ПГУ с котлом-утилизатором (ПГУ-У). Простейшая тепловая схема ПГУ с котломутилизатором с дожиганием топлива в КУ и цикл Брайтона-Ренкина в «T-S» диаграмме. 35 Монарные ПГУ 36 Утилизационные ПГУ (ПГУ-У) 37 ПГУ со сбросом отработавших газов в энергетический котел. 38 ПГУ с высоконапорным парогенератором (ПГУ с ВПГ). 39 ПГУ с вытеснением регенерации 40 Парогазовые установки утилизационного типа. ПГУ с двухконтурным котломутилизатором. 41 Возрастной состав оборудования ТЭС России 4Основные пути совершенствования энергетического оборудования ТЭС 43 Особенности конструктивного исполнения и характеристики ПГУ-325 44 Особенности конструктивного исполнения и характеристики ПГУ-450  |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Зачет с оценкой в письменнойформе по вопросам1-й вопрос: 0 – 10 баллов2-й вопрос: 0 – 10 баллов3-й вопрос: 0 – 10 баллов4-й вопрос: 0 – 10 баллов | Обучающийся:* демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные;
* свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию;
* способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета;
* логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете;
* свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой.

Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. | 36 - 40 баллов | 5 |
| Обучающийся:* показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;
* недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета;
* недостаточно логично построено изложение вопроса;
* успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой,
* демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. | 30 – 35 баллов | 4 |
| Обучающийся:* показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки;
* не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые;
* справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы.

Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно. | 11– 29 баллов | 3 |
| Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. | 0 – 10 баллов | 2 |

## Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система**  | **Пятибалльная система** |
| **Текущий контроль (зимняя сессия (4 курс)):**  |  |  |
| - устный опрос (раздел 1) | 0 - 10 баллов | 2-5 |
| - устный опрос (раздел 3) | 0 - 10 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 2) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 2) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 3) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 3) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - контрольная работа (раздел 2) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - контрольная работа (раздел 3) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - индивидуальное домашнее задание | 0 - 10 баллов | 2-5 |
| - лабораторная работа (темы 1.2) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - лабораторная работа (темы 1.2) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - лабораторная работа (темы 2.2) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - лабораторная работа (темы 3.2) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| Промежуточная аттестация (устный опрос (раздел 2)) | 0 - 20 баллов | 2-5 |
| **Итого за зимнюю сессию (4 курс)** | 0 - 100 баллов |  |
| **Текущий контроль (летняя сессия (4 курс)):** |  |  |
| **Итого за летнююсессию (4 курс) (Комбинированные энергетические установки)****зачет с оценкой** | 0 - 100 баллов | отличнохорошоудовлетворительнонеудовлетворительно |

* + - 1. Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

|  |  |
| --- | --- |
| **100-балльная система** | **пятибалльная система** |
| **зачет с оценкой/экзамен** | **зачет** |
| 85 – 100 баллов | отличнозачтено (отлично) | зачтено |
| 65 – 84 баллов | хорошозачтено (хорошо) |
| 41 – 64 баллов | удовлетворительнозачтено (удовлетворительно) |
| 0 – 40 баллов | неудовлетворительно | не зачтено |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
		- проектная деятельность;
		- проведение интерактивных лекций;
		- групповых дискуссий;
		- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
		- дистанционные образовательные технологии;
		- применение электронного обучения;
		- просмотр учебных фильмов с их последующим анализом;
		- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
		- самостоятельная работа в системе компьютерного тестирования.
			1.
			2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА
			3. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидовиспользуются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.
			2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
			3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
			4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
			5. Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
			6. Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.
			7. Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.
			2. Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| **Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** | **Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** |
| --- | --- |
| **115419, г. Москва, ул. Донская, д. 39, стр. 4** |
| аудитории для проведения занятий лекционного типа | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: * ноутбук;
* проектор,
* экран
 |
| аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, по практической подготовке, групповых и индивидуальных консультаций | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: * ноутбук;
* проектор,
* экран
 |
| **Помещения для самостоятельной работы обучающихся** | **Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся** |
| Аудитория для самостоятельной работы студента, а. 6315 | * компьютерная техника;подключение к сети «Интернет»
 |
| **119071, г. Москва, ул. М. Калужская, д. 1, стр. 3** |
| Читальный зал библиотеки | * компьютерная техника;подключение к сети «Интернет»
 |

* + - 1. Материально-техническое обеспечение *учебной* *дисциплины/учебного модуля* при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Необходимое оборудование** | **Параметры** | **Технические требования** |
| Персональный компьютер/ ноутбук/планшет,камера,микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет | Веб-браузер | Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3 |
| Операционная система | Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux |
| Веб-камера | 640х480, 15 кадров/с |
| Микрофон | любой |
| Динамики (колонки или наушники) | любые |
| Сеть (интернет) | Постоянная скорость не менее 192 кБит/с |

Технологическое обеспечение реализации программы/модуля осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год****издания** | **Адрес сайта ЭБС****или электронного ресурса *(заполняется для изданий в электронном виде)*** | **Количество экземпляров в библиотеке Университета** |
| 9.1 Основная литература, в том числе электронные издания |
| 1 | Шарпар Н.М., Марков В.В. | Теория и проектирование газотурбинных установок | учебноепособие | ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» | 2021 |  | 10 шт. |
| 2 | Шарпар Н.М., Марков В.В. | Устройство и действие парогазотурбинных установок | учебноепособие | ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» | 2021 |  | 10 шт. |
| 3 | Соколовский Р.И.,Шарпар Н.М. | Техническая термодинамика. Конспект лекций | учебное пособие | М.: МГУДТ | 2016 | http://znanium.com/bookread2.php?book=792235 | на кафедре -10 шт. |
| 4 | Архипов В. А. | Физико-химические основы процессов тепломассообмена | Конспект лекций | Томск:Изд-во Томского политех. университета | 2015 | http://znanium.com/catalog.php? item=booksearch&code |  |
| 5 | Жмакин Л.И. | Конспект лекций по курсу «Кинетическая теория теплоты» | УП | М.: МГУДТ | 2014 |  | на кафедре - 8 шт. |
| 9.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания  |
| 1 | Айзенцон А.Е. | Физика | Учебник и практикум для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/fizika-414523#page/11 |  |
| 2 | Бухарова Г.Д. | Физика. Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания | Учебное пособие для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/fizika-molekulyarnaya-fizika-i-termodinamika-metodika-prepodavaniya-414636#page/1 |  |
| 3 | Косинов А.Д., Костюрина А.Г., Брагин О.А. | Методы физического эксперимента | Учебное пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/metody-fizicheskogo-eksperimenta-422685#page/1 |  |
| 4 | Красновский Б.М. | Выполнение бетонных работ: зимнее бетонирование. В 2 ч. Часть 1. | Учебное пособие для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/vypolnenie-betonnyh-rabot-zimnee-betonirovanie-v-2-ch-chast-1-429806#page/4 |  |
| 5 | Красновский Б.М. | Выполнение бетонных работ: зимнее бетонирование. В 2 ч. Часть 2. | Учебное пособие для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/vypolnenie-betonnyh-rabot-zimnee-betonirovanie-v-2-ch-chast-2-429799#page/4 |  |
| 6 | Рудобашта С. П., Карташов Э. М.  | Химическая технология: Диффузионные процессы. Часть 2. | Учебное пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/himicheskaya-tehnologiya-diffuzionnye-processy-v-2-ch-chast-1-423383#page/1 |  |
| 7 | Рудобашта С. П., Карташов Э. М.  | Химическая технология: Диффузионные процессы. Часть 2. | Учебное пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/himicheskaya-tehnologiya-diffuzionnye-processy-v-2-ch-chast-2-423382#page/1 |  |
| 8 | Гнездилова А. И. | Процессы и аппараты пищевых производств 2-е изд., пер. и доп.  | Учебное пособие для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/processy-i-apparaty-pischevyh-proizvodstv-422925#page/1 |  |
| 9 | Гнездилова А. И. | Процессы и аппараты пищевых производств 2-е изд., пер. и доп.  | Учебное пособие для академического бакалавриата | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/processy-i-apparaty-pischevyh-proizvodstv-411348#page/1 |  |
| 10 | Карташов Э.М., Кудинов В.А., Калашников В.В. | Теория тепломассопереноса: решение задач для многослойных конструкций | Учебное пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teoriya-teplomassoperenosa-reshenie-zadach-dlya-mnogosloynyh-konstrukciy-419565#page/1 |  |
| 11 | Шабаров А.Б. - отв. ред., Кислицын А.А. - отв. ред. | Теория тепломассопереноса в нефтегазовых и строительных технологиях | Учебное пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teoriya-teplomassoperenosa-v-neftegazovyh-i-stroitelnyh-tehnologiyah-415530#page/1 |  |
| 12 | Семенов П.Д., Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред. | Теплотехника в 2т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена | Учебник для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teplotehnika-v-2-t-tom-1-termodinamika-i-teoriya-teploobmena-420481#page/1 |  |
| 13 | Семенов П.Д., Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред. | Теплотехника в 2т. Том 2. Термодинамика и теория теплообмена | Учебник для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teplotehnika-v-2-t-tom-2-energeticheskoe-ispolzovanie-teploty-420480#page/1 |  |
| 14 | Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред. | Теплотехника. Практикум | Учебное пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teplotehnika-praktikum-420479#page/1 |  |
| 15 | Быстрицкий Г.Ф. | Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий | Учебник для академического бакалавриата | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teplotehnika-i-energosilovoe-oborudovanie-promyshlennyh-predpriyatiy-414423#page/1 |  |
| 16 | Кудинов В. А., Карташов Э. М., Стефанюк Е. В. | Техническая термодинамика и теплопередача | Учебник для академического бакалавриата | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/tehnicheskaya-termodinamika-i-teploperedacha-412204#page/1 |  |
| 17 | Бухарова Г.Д. | Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания | Учебное пособие для академического бакалавриата | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/molekulyarnaya-fizika-i-termodinamika-metodika-prepodavaniya-427790#page/1 |  |
| 18 | Юдин С.В. | Тепломассообмен | Учебник | М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М | 2016 | http://znanium.com/bookread.php?book=238920 |  |
| 19 | Кудинов А. А. | Тепломассообмен | Учебное пособие | М.: НИЦ ИНФРА-М,  | 2015 | http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=463148 |  |
| 20 | Видин, Ю. В. | Инженерные методы расчета задач теплообмена | Монография | Красноярск : Сиб. федер. ун-т | 2014 | http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506059 |  |
| 9.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) |
| 1 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Тепломассообменные процессы и оборудование для обработки текстильного материала в воздушной и паровых средах | учебно-методическое пособие | М.: МГУДТ | 2016 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792218* | на кафедре – 5 шт. |
| 2 | Шарпар Н.М., Марков В.В. | Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций. Рабочая тетрадь. Часть 1 | учебно-методическое пособие | ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» | 2021 |  | 10 шт. |
| 3 | Шарпар Н.М., Марков В.В. | Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций. Рабочая тетрадь. Часть 2 | учебно-методическое пособие | ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» | 2021 |  | 10 шт. |
| 4 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Техническая термодинамика. Рабочая тетрадь. Часть 2 | учебно-методическое пособие | ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» | 2021 |  | 10 шт. |
| 5 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Теплотехнический расчет установки для сушки текстильных материалов | методические указания | М.: МГУДТ | *2015* | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792183* | на кафедре – 5 шт. |
| 6 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Расчет рекуперативных теплообменников | методические указания | М.: МГУДТ | *2016* | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792181* | на кафедре – 5 шт. |

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

## Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пп** | **Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы** |
|  | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М»<http://znanium.com/>  |
|  | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <http://znanium.com/> |
|  | «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) |
|  | О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) https://www.elibrary.ru/ |
|  | ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com/> |
|  | ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) [http://нэб.рф/](http://xn--90ax2c.xn--p1ai/)Договор № 101/НЭБ/0486 – п от 21.09.2018 г. |
|  | Научная электронная библиотека еLIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru/>Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г. |
|  | НЭИКОН <http://www.neicon.ru/> Соглашение №ДС-884-2013 от18.10.2013г |
|  | **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы** |
|  | «Polpred.com Обзор СМИ» <http://www.polpred.com>Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г. |
|  | Web of Science <http://webofknowledge.com/> Сублицензионный договор № wos/917 на безвозмездное оказание услуг от 02.04.2018 г. |
|  | Scopus <http://www>. Scopus.com/Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г. |
|  | «SpringerNature» <http://www.springernature.com/gp/librarians>Платформа Springer Link: <https://rd.springer.com/>Платформа Nature: <https://www.nature.com/>База данных Springer Materials: <http://materials.springer.com/>База данных Springer Protocols: <http://www.springerprotocols.com/>База данных zbMath: <https://zbmath.org/>База данных Nano: <http://nano.nature.com/>Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г. |

## Перечень программного обеспечения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Программное обеспечение** | **Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое** |
|  | Windows 10 Pro, MS Office 2019  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | V-Ray для 3Ds Max  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | NeuroSolutions  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Wolfram Mathematica  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Microsoft Visual Studio  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | CorelDRAW Graphics Suite 2018  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Mathcad  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Matlab+Simulink  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019. |
|  | Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | SolidWorks | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Rhinoceros | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Simplify 3D | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | FontLаb VI Academic | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Pinnacle Studio 18 Ultimate | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | КОМПАС-3d-V 18 | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Project Expert 7 Standart | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Альт-Финансы | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Альт-Инвест  | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Программа для подготовки тестов Indigo | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Autodesk AutoCAD 2021 для учебных заведений, подписка к бессрочной лицензии | Договор #110003456652 от 18 февр. 2021 г.Распространяется свободно для аккредитованных учебных заведений |
|  | LibreOffice GNU Lesser General Public License | Свободно распространяемое |
|  | Scilab CeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2) | Свободно распространяемое |
|  | Linux Ubuntu GNU GPL | Свободно распространяемое |
|  | FDS-SMV free and open-source software | Свободно распространяемое |
|  | AnyLogic Personal Learning Edition | Свободно распространяемое |
|  | Helyx-OS GNU General Public License  | Свободно распространяемое |
|  | OpenFoam v.4.0 GNU General Public License | Свободно распространяемое |
|  | DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия | Свободно распространяемое |
|  | GNU Octave GNU General Public License | Свободно распространяемое |

### ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **год обновления РПД** | **характер изменений/обновлений** **с указанием раздела** | **номер протокола и дата заседания** **кафедры** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |