

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.06.2025 10:04:52
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82479

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 и промышленной экологии
Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и
Кафедра безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Комбинированные энергетические установки»

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Промышленная теплоэнергетика
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года 11 м
Форма обучения	заочная

Рабочая программа учебной дисциплины «Комбинированные энергетические установки» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 11 от 28.03.2025 г.

Разработчик рабочей программы учебной дисциплины:

Доцент Н.М. Шарпар

Заведующий кафедрой: О.И. Седяров

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Комбинированные энергетические установки» изучается в десятом семестре.

Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрены.

1.1. Форма промежуточной аттестации:

десятый семестр - зачет с оценкой

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Комбинированные энергетические установки» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Изучение дисциплины опирается на результаты освоения образовательной программы предыдущего уровня.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Техническая термодинамика;
- Теплофизика;
- Численные методы;
- Гидрогазодинамика;
- Тепломассообмен;
- Метрология, стандартизация и сертификация;
- Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике;
- Введение в профессию.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями освоения дисциплины «Комбинированные энергетические установки» является:

- освоение основных концепций и принципов, лежащих в основе КЭУ, а также изучение различных типов КЭУ, их характеристик и преимуществ;
- изучение основных компонентов, таких как газовая турбина, паровая турбина, котел, генератор, системы управления и т.д., а также понимание, как эти компоненты взаимодействуют и обеспечивают эффективную работу КЭУ;
- освоение методов оценки эффективности КЭУ, включая тепловой КПД, тепловой баланс, экономическую эффективность и другие параметры, а также понять факторы, влияющие на эффективность и экономическую эффективность, и научиться применять эти знания для оптимизации работы КЭУ;
- изучение примеров применения КЭУ в различных отраслях, таких как энергетика, производство, нефтегазовая промышленность и другие, а также понимание преимущества использования КЭУ в этих отраслях и возможные вызовы и ограничения;
- изучение вопросов, связанных с экологическим воздействием КЭУ и методами снижения их негативного воздействия на окружающую среду, таких как утилизация отходов, снижение выбросов и энергоэффективность;
- формирование знаний о видах природных источников энергии и способах преобразования их в электрическую и тепловую энергию.

			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	<i>курсовая работа/ курсовой проект</i>	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
5 курс									
Семестр 10	зачет с оценкой	144	6	8	6			104	4
Всего:	зачет с оценкой	144	6	8	6			104	4

3.2. 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 задания, час	Практическая подготовка, час		
Семестр 10							
ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1	Раздел I. Энергетика в современном мире	1.5		3		10	Формы текущего контроля по разделу I: 1. устный опрос 2. защита лабораторных работ. 3. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ.
	Тема 1.1	0.5				2	
	Основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации						
	Тема 1.2	0.5				2	
	Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России						
	Тема 1.3	0.8				2	
	Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения						
	Лабораторная работа № 1.1 Устройство и конструкция двигателя внутреннего сгорания			1.5		2	
	Лабораторная работа № 1.2 Состав и устройство систем, обслуживающих дизельную установку			1.5		2	
ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1	Раздел II. Комбинированные установки ТЭС	4.5	4	3		44	Формы текущего контроля по разделу II: 1. коллоквиум 2. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ. 3. защита лабораторных работ. 4. индивидуальное домашнее задание.
	Тема 2.1	0.5				4	
	Введение. Основные типы комбинированных ПГУ						
	Тема 2.2	0.5				4	
	Газотурбинные установки						
	Тема 2.3	0.5				4	
	Комбинированные парогазовые установки ТЭС с утилизационным котлом						

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		
	Тема 2.4 Комбинированные парогазовые установки со сбросом газов в топку энергетического котла	1				4	5. контрольная работа. 6. устный опрос.
	Тема 2.5 Комбинированные парогазовые установки с высоконапорным котлом	1				4	
	Тема 2.6 Комбинированные парогазовые установки с впрыском пара в газовый тракт ГТУ (ПГУ-STIG)	1				4	
	Практическое занятие №2.1 Расчет идеального цикла газотурбинной установки. Расчет газовой турбины по циклу с подводом теплоты при $p = \text{const}$ без регенерации. Определение термического КПД идеального цикла ГТУ		2			5	
	Практическое занятие №2.2 Тепловой и аэродинамический расчет котлов-утилизаторов за газовыми турбинами		2			5	
	Лабораторная работа № 2.1 Изучение конструкции газотурбинного двигателя ГТД-3Ф			1.5		10	
	Лабораторная работа № 2.2 Состав и конструкция паровой турбогенераторной установки			1.5		10	
ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3	Раздел III. Параметры и характеристики ГТУ и ПГУ		4			50	Формы текущего контроля по разделу III: 1. коллоквиум 2. контрольная работа
	Практическое занятие №3.1 Расчет котла-утилизатора		4			20	
	Практическое занятие №3.2					30	

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 задания, час	Практическая подготовка, час		
ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1	Расчёт тепловой схемы ПГУ-ТЭС утилизационного типа						3. реферат.
	Зачет с оценкой					4	в письменной форме по билетам
	ИТОГО за десятый семестр	6	8	6		108	
	ИТОГО за весь период	6	8	6		108	

3.3. 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 развития энергетики и электрификации.	Основные природные энергетические ресурсы мира и его основных регионов. Характеристики направлений их использования. Главные особенности мирового энергетического баланса и развития электрификации по основным регионам. Особенности существующего состояния энергетики мира и их перспективы в первой половине XXI 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 $p = \text{const}$ (цикл Брайтона); реальный цикл при $p = \text{const}$; 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	Комбинированные парогазовые установки ТЭС с

	парогазовые установки ТЭС с утилизационным котлом	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	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.
		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 турбины, 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.

3.4. 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;
- 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 зачетом с оценкой, 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)	Трудоёмкость, час
Раздел I	Энергетика в современном мире			
Тема 1.1	Основные закономерности и тенденции развития энергетики 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.	2
Тема 1.2	Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России.	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-	2

			лабораторных работ; защита лабораторных работ.	
Тема 1.3	Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения	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.	2
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.	4
Тема 2.2	Газотурбинные установки	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.	4
Тема 2.3	Комбинированные парогазовые установки ТЭС с утилизационным	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям; подготовка к	устный опрос; коллоквиум; письменный отчет с	4

	КОТЛОМ	коллоквиумам и контрольным работам; подготовиться к устному опросу и индивидуальному домашнему заданию.	результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ; контрольная работа; индивидуальное домашнее задание; защита лабораторных работ.	
Тема 2.4	Комбинированные парогазовые установки со сбросом газов в топку энергетического котла	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.	4
Тема 2.5	Комбинированные парогазовые установки с высоконапорным котлом	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.	4
Тема 2.6	Комбинированные парогазовые установки с впрыском пара в газовый тракт ГТУ (ПГУ-STIG)	Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям; подготовка к коллоквиумам и контрольным работам; подготовиться к устному	устный опрос; коллоквиум; письменный отчет с результатами выполненных	4

		опросу и индивидуальному домашнему заданию.	экспериментально-лабораторных работ; контрольная работа; индивидуальное домашнее задание; защита лабораторных работ.	
--	--	---	--	--

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

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций

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-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1
высокий		отлично			Обучающийся: – отлично демонстрирует расчет типовыми методами технологических процессов генерации энергии в области комбинированных энергетических установок; – способен профессионально принять, расчеты типовыми методами технологических процессов транспортировки энергии в области комбинированных энергетических установок; – успешно демонстрирует расчеты типовыми методами технологических процессов в комбинированных энергетических установках при

					<p>использовании и утилизации энергии;</p> <ul style="list-style-type: none"> – способен грамотно разработать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в области комбинированных энергетических установок; – тщательно разрабатывает элементы схем размещения объектов комбинированных энергетических установок в соответствии с технологией производства.
повышенный		хорошо			<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует расчет типовыми методами технологических процессов генерации энергии в области комбинированных энергетических установок, но не усвоил все необходимые концепции и факты, он может пропустить важные детали или сделать неточные выводы; – способен принять, расчеты типовыми методами технологических процессов транспортировки энергии в области комбинированных энергетических установок, но не проводит достаточное исследование темы и пропускает важные источники информации, что может повлиять на точность его

					<p>оценки;</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует расчеты типовыми методами технологических процессов в комбинированных энергетических установках при использовании и утилизации энергии, но может быть предвзятым или иметь субъективные предпочтения, которые могут исказить его оценку; – способен разработать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в области комбинированных энергетических установок, но совершает ошибки в логическом выводе или неправильно аргументирует свои идеи, что может привести к неточной оценке; – разрабатывает элементы схем размещения объектов комбинированных энергетических установок в соответствии с технологией производства, допускает единичные негрубые ошибки.
базовый		удовлетворительно			<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует расчет типовыми методами технологических процессов генерации энергии в области комбинированных

					<p>энергетических установок, но неправильно понимает или оценивает требования задачи, что может привести к недостаточному выполнению или неправильному акцентированию важных аспектов;</p> <p>– способен принять, расчеты типовыми методами технологических процессов транспортировки энергии в области комбинированных энергетических установок, но не углубляется в достаточную степень в тему или не полноценно изучает материал, его оценка может быть неполной или неправильной;</p> <p>– демонстрирует расчеты типовыми методами технологических процессов в комбинированных энергетических установках при использовании и утилизации энергии, но совершает ошибки в логическом выводе или неправильно аргументирует свои идеи, что может повлиять на обоснованность его оценки;</p> <p>– способен разработать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в области комбинированных энергетических установок, но</p>
--	--	--	--	--	--

					<p>полагается только на ограниченное количество источников информации или использует источники недостаточно надежные или неактуальные, его оценка может быть неполной или неточной;</p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывает элементы схем размещения объектов комбинированных энергетических установок в соответствии с технологией производства, допускает грубые ошибки.
низкий		неудовлетворительно	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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.
--	--	--	---

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

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.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
1	- устный опрос по разделу «Энергетика в современном мире»	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 отдельной 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.	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1
2	- устный опрос по разделу «Комбинированные установки ТЭС»	1. Основные преимущества ПГУ 2. Краткие исторические сведения развития ПГУ 3. Классификация газотурбинных установок 4. Идеальный цикл ГТУ при $P=\text{const}$ (цикл Брайтона) 5. Реальный цикл ГТУ при $P=\text{const}$ 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	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		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. Т – 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	ИД-ПК-3.1
3	- устный опрос по разделу «Параметры и характеристики ГТУ и ПГУ»	1. Т – 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.	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1
4	- коллоквиум по разделу «Комбинированные установки ТЭС»	Для идеального цикла газотурбинной установки с подводом теплоты при $p = \text{const}$ определить основные параметры (P, 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 $t_1 = 40 \text{ C}$ и $P_1 = 0,085 \text{ МПа}$, а температура рабочего тела в конце расширения $t_2 = 180 \text{ C}$, степень повышения давления $\beta = 4$, степень предварительного расширения $p = 2,1$. Представить цикл в P-v и T-S диаграммах. В турбину ГТУ входит гелий с параметрами $P_3 = 106 \text{ Н/м}^2$; $t_3 = 700 \text{ o C}$. Внутренний относительный КПД турбины равен $\eta_{it} = 0,86$, давление за турбиной $P_4 = 105 \text{ Н/м}^2$. Определить температуру гелия на выходе из турбины. Рассчитать также массовый часовой расход гелия (D , кг/ч), если действительная мощность турбины равна $N_e = 40 \text{ МВт}$.	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1
5	- коллоквиум по разделу «Комбинированные установки ТЭС»	В цикле газовой турбины с подводом теплоты при $v = \text{const}$ начальные параметры рабочего тела $P_1 = 0,1 \text{ МПа}$ и $T_1 = 300 \text{ К}$. Степень повышения давления в адиабатном процессе сжатия $\beta = 10$; $\kappa = 1,4$. Температура на входе в турбину не должна превышать 1000 К . Рабочее тело – воздух; теплоемкости постоянные. Определить параметры (P, v, T) в характерных точках цикла, удельную работу расширения, степень сжатия, полезную работу, удельное количество подведенной и отведенной	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>теплоты, термический КПД цикла. Представить цикл в P-v и T-S диаграммах.</p> <p>Газовая турбина работает по циклу с подводом теплоты при $p = \text{const}$ без регенерации. Известны степень повышения давления $\beta = 5$ и степень предварительного расширения $\rho = 2,0$. Рабочее тело – воздух. Определить термический КПД этого цикла и сравнить его с циклом поршневого двигателя с подводом теплоты при $p = \text{const}$ при одинаковых степенях сжатия ϵ и при одинаковых степенях расширения ρ. Представить циклы в T-S диаграмме.</p>	ПК-3: ИД-ПК-3.1
6	- коллоквиум по разделу «Параметры и характеристики ГТУ и ПГУ»	<p>Определить термический КПД идеального цикла ГТУ, работающей с подводом теплоты при $p = \text{const}$, 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 $\eta_{it} = 0,88$ и $\eta_{ik} = 0,85$. Для этой установки известно, что $t_1 = 20$ С, степень повышения давления в компрессоре $\beta = 6$; температура газа перед турбиной $t_3 = 900$ С. Рабочее тело – воздух, теплоемкость его постоянна, показатель адиабаты $k = 1,4$. Представить циклы в T-S диаграмме.</p> <p>Сравнить работу и термический КПД циклов ГТУ с подводом теплоты при $p = \text{const}$ и $v = \text{const}$ по следующим данным: начальное состояние воздуха в обоих циклах равно $P_1 = 1$ бар и $t_1 = 27$ С, степени сжатия в обоих циклах равны 6, для обоих циклов установлены одинаковые предельные температуры, равные 1300 С. Определить мощности ГТУ, работающих по обоим циклам при расходе теплоты 120000 кДж/мин. Оба цикла представить в P-v и T-S диаграммах.</p>	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1
7	- коллоквиум по разделу «Параметры и характеристики ГТУ и ПГУ»	<p>Определить температуры всех точек теоретического цикла ГТУ с подводом теплоты при $p = \text{const}$ и цикла ГТУ с предельной регенерацией, а также КПД этих циклов, если известно, что $t_1 = 30$ С, степень повышения давления в компрессоре $\beta = P_2/P_1 = 6$, температура газов перед турбиной $t_3 = 850$ С. Рабочее тело – воздух, теплоемкость его постоянна. Представить схемы установок и циклы в T-S диаграмме.</p> <p>ГТУ работает по циклу с подводом теплоты при $p = \text{const}$. Начальное состояние воздуха определяется давлением $P_1 = 1,1$ бар и температурой $t_1 = 30$ С. Давление в камере сгорания равно $P_2 = P_3 = 6$ бар; степень предварительного расширения $\rho = 2,0$; количество подводимой теплоты 800 кДж, а расход газа $G_s = 1$ кг/с. Определить термический КПД цикла, количество отводимой теплоты, параметры рабочего тела во всех точках цикла и теоретическую мощность ГТУ. Цикл представить P-v и T-S диаграммах.</p>	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
8	- контрольная работа по разделу «Комбинированные установки ТЭС»	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.	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1
9	- контрольная по разделу «Параметры и характеристики ГТУ и ПГУ»	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.	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1
10	- индивидуальное домашнее задание по разделу «Комбинированные установки ТЭС»	Индивидуальное домашнее задание предусматривает расчет одноконтурной ПГУ-КУ согласно схеме:	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>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.</p> <p>Основные исходные данные для расчета: – Мощность газовой турбины $N_{ГТ}=60\dots150$ МВт. – Степень повышения давления $\pi=10\dots28$. – Температура газов поле камеры сгорания $T_3=1300\dots1500$ °К. – Топливо – природный газ, дизельное топливо. – Давление пара за котлом $p_0=4\dots4,5$ МПа – Недогев на выходе из котла $\delta t_0=20\dots40$ °С – Недогрев в пинч-точке $\delta t_s=6\dots8$ °С – Внутренний относительный КПД паровой турбины $\eta_{i0}=0,80\dots0,85$ – Давление в конденсаторе $p_k=3\dots5$ кПа</p>	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция																																																																																																																														
		<p>Основные 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.</p> <p>Таблица 1. Исходные данные.</p> <table border="1" data-bbox="539 408 1778 871"> <thead> <tr> <th>X^*</th> <th>$N_{гг}$</th> <th>π</th> <th>T_3</th> <th>p_0</th> <th>Y^*</th> <th>δt_0</th> <th>δt_s</th> <th>η_{oi}</th> <th>p_k</th> </tr> <tr> <td>–</td> <td><i>МВт</i></td> <td>–</td> <td>$^{\circ}K$</td> <td><i>МПа</i></td> <td>–</td> <td>$^{\circ}C$</td> <td>$^{\circ}C$</td> <td>–</td> <td><i>кПа</i></td> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>60</td><td>28</td><td>1300</td><td>4</td><td>1</td><td>20</td><td>6</td><td>0,80</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>70</td><td>26</td><td>1322</td><td>4,5</td><td>2</td><td>20</td><td>6</td><td>0,80</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>80</td><td>24</td><td>1344</td><td>4</td><td>3</td><td>25</td><td>6</td><td>0,80</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>90</td><td>22</td><td>1367</td><td>4,5</td><td>4</td><td>25</td><td>6</td><td>0,80</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>100</td><td>20</td><td>1389</td><td>4</td><td>5</td><td>30</td><td>7</td><td>0,82</td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>110</td><td>18</td><td>1411</td><td>4,5</td><td>6</td><td>30</td><td>7</td><td>0,82</td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td>120</td><td>16</td><td>1433</td><td>4</td><td>7</td><td>35</td><td>7</td><td>0,82</td><td>5</td></tr> <tr><td>8</td><td>130</td><td>14</td><td>1456</td><td>4,5</td><td>8</td><td>35</td><td>8</td><td>0,85</td><td>5</td></tr> <tr><td>9</td><td>140</td><td>12</td><td>1478</td><td>4</td><td>9</td><td>40</td><td>8</td><td>0,85</td><td>5</td></tr> <tr><td>0</td><td>150</td><td>10</td><td>1500</td><td>4,5</td><td>0</td><td>40</td><td>8</td><td>0,85</td><td>5</td></tr> </tbody> </table> <p>* – вариант определяется по двум последним цифрам (XY) номера зачетной книжки студента.</p> <p>Таблица 2. Исходные данные.</p> <table border="1" data-bbox="539 951 1778 1070"> <thead> <tr> <th>XY</th> <th>Вид топлива</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00-50</td> <td>природный газ</td> </tr> <tr> <td>51-99</td> <td>дизельное топливо</td> </tr> </tbody> </table> <p>Рекомендации к выполнению. Методика изложена в пособии Кобылкин М.В. Газовые турбины и комбинированные энергетические установки. (Обратитесь на кафедру для получения электронного варианта)</p> <p>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 выходе ГТ (по методике расход газа можно принять как $G_{в \cdot (1+gt)}$) и температуру газа на выходе ГТ. Также необходимо условно построить цикл Брайтона по данным расчета. ВАЖНО: коэффициент gt, который принимается в расчете, необходимо уточнить</p>	X^*	$N_{гг}$	π	T_3	p_0	Y^*	δt_0	δt_s	η_{oi}	p_k	–	<i>МВт</i>	–	$^{\circ}K$	<i>МПа</i>	–	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	–	<i>кПа</i>	1	60	28	1300	4	1	20	6	0,80	3	2	70	26	1322	4,5	2	20	6	0,80	3	3	80	24	1344	4	3	25	6	0,80	3	4	90	22	1367	4,5	4	25	6	0,80	4	5	100	20	1389	4	5	30	7	0,82	4	6	110	18	1411	4,5	6	30	7	0,82	4	7	120	16	1433	4	7	35	7	0,82	5	8	130	14	1456	4,5	8	35	8	0,85	5	9	140	12	1478	4	9	40	8	0,85	5	0	150	10	1500	4,5	0	40	8	0,85	5	XY	Вид топлива	00-50	природный газ	51-99	дизельное топливо	
X^*	$N_{гг}$	π	T_3	p_0	Y^*	δt_0	δt_s	η_{oi}	p_k																																																																																																																								
–	<i>МВт</i>	–	$^{\circ}K$	<i>МПа</i>	–	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	–	<i>кПа</i>																																																																																																																								
1	60	28	1300	4	1	20	6	0,80	3																																																																																																																								
2	70	26	1322	4,5	2	20	6	0,80	3																																																																																																																								
3	80	24	1344	4	3	25	6	0,80	3																																																																																																																								
4	90	22	1367	4,5	4	25	6	0,80	4																																																																																																																								
5	100	20	1389	4	5	30	7	0,82	4																																																																																																																								
6	110	18	1411	4,5	6	30	7	0,82	4																																																																																																																								
7	120	16	1433	4	7	35	7	0,82	5																																																																																																																								
8	130	14	1456	4,5	8	35	8	0,85	5																																																																																																																								
9	140	12	1478	4	9	40	8	0,85	5																																																																																																																								
0	150	10	1500	4,5	0	40	8	0,85	5																																																																																																																								
XY	Вид топлива																																																																																																																																
00-50	природный газ																																																																																																																																
51-99	дизельное топливо																																																																																																																																

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>после проведения расчета, если значения расходятся более чем на 2% необходимо сделать пересчет с уточненным значением (см. раздел 1.3.4).</p> <p>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 расчёта, 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: $N_{пт} = D_0 \cdot H_0 \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{эм}$ 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: $\eta_{пгу} = (N_{гт} + N_{пт}) / Q_{кв}$ ВАЖНО: $Q_{кв} = Q$ рассчитывается в первом этапе (см. раздел 1.3.2). Также необходимо условно построить совмещенный цикл Брайтона Ренкина по данным расчета.</p>	
11	- лабораторная работа по теме «Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каково текущее состояние энергетического баланса в России и какие основные источники энергии используются? 2. Какие конкретные меры принимаются для совершенствования энергетического баланса в России? 3. Каковы перспективы развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России и какие программы поддержки существуют? 4. Как энергетический баланс в России влияет на экологическую обстановку и какие меры предпринимаются для снижения негативного влияния? 5. Какая роль электрификации играет в совершенствовании энергетического баланса в России и какие отрасли наиболее активно электрифицируются? 6. Какие преимущества электрификации секторов экономики и транспорта могут быть достигнуты в России? 7. Каковы основные проблемы и препятствия, с которыми сталкивается Россия при совершенствовании энергетического баланса и электрификации? 8. Какие инновационные технологии и решения применяются в России для совершенствования энергетического баланса и электрификации? 9. Какие перспективные направления развития энергетического сектора в России могут способствовать улучшению энергетического баланса? 10. Каковы планы и цели России в области совершенствования энергетического баланса и 	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		электрификации на будущее?	
12	- лабораторная работа по теме «Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каково текущее состояние энергетического баланса в России и какие основные источники энергии используются? 2. Какие направления совершенствования энергетического баланса предлагаются для обеспечения устойчивого развития в России? 3. Какая роль электрификации играет в совершенствовании энергетического баланса в России? 4. Какие секторы экономики в России имеют наибольший потенциал для электрификации? 5. Какие преимущества электрификации секторов экономики и транспорта могут быть достигнуты в России? 6. Какие технологии и решения используются для электрификации транспорта в России? 7. Каковы перспективы развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России и их влияние на энергетический баланс? 8. Какие меры и регулирования принимаются в России для стимулирования развития энергетического баланса и электрификации? 9. Каковы вызовы и препятствия, с которыми сталкивается Россия в процессе совершенствования энергетического баланса и электрификации? 10. Какие примеры успешной электрификации и достижения в области энергетического баланса можно привести из опыта России? 	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1
13	- лабораторная работа по теме «Газотурбинные установки»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое газотурбинная установка и как она работает? 2. Каковы основные компоненты газотурбинной установки и их функции? 3. Какие преимущества имеют газотурбинные установки по сравнению с другими типами энергетических установок? 4. Какие основные виды топлива могут использоваться в газотурбинных установках? 5. Какие факторы влияют на эффективность работы газотурбинной установки? 6. Каким образом осуществляется регулирование мощности и скорости вращения газотурбинной установки? 7. Какие применения имеют газотурбинные установки в промышленности и энергетике? 8. Каковы основные проблемы, с которыми может столкнуться газотурбинная установка, и как они могут быть решены? 9. Какие требования к экологической безопасности соблюдаются при эксплуатации газотурбинных установок? 10. Какие новые технологические разработки и тенденции наблюдаются в области газотурбинных установок? 	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
14	Реферат по разделу «Параметры и характеристики ГТУ и ПГУ»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные параметры и характеристики газотурбинной установки: мощность, КПД, удельный расход топлива. 2. Влияние параметров сжатия и расширения на работу газотурбинной установки. 3. Зависимость эффективности работы газотурбинной установки от температуры газа на выходе из горелки. 4. Варианты схем газотурбинных установок: простая, с регенеративным нагревом воздуха, с интеркамерным охлаждением и др. 5. Влияние использования регенеративного нагрева воздуха на эффективность и экономичность работы газотурбинной установки. 6. Роль уровня механической подготовки воздуха в характеристиках газотурбинной установки. 7. Параметры и характеристики парогазовой установки: мощность, КПД, удельный расход топлива, уровень механической подготовки воздуха. 8. Влияние параметров перегрева и повышенного давления на работу парогазовой установки. 9. Оптимизация параметров ГТУ и ПГУ для достижения наилучших характеристик и экономической эффективности. 10. Тенденции и направления совершенствования параметров и характеристик газотурбинных и парогазовых установок в современной энергетике. 11. Основные параметры и характеристики газотурбинной установки (ГТУ) и их влияние на эффективность работы. 12. Расчет и определение тепловой мощности ГТУ и его взаимосвязь с параметрами рабочего тела. 13. Влияние параметров рабочего тела на эффективность работы газотурбинной установки. 14. Анализ параметров сгорания и их влияние на работу ГТУ. 15. Характеристики парогазовой установки (ПГУ) и их влияние на производительность и экономичность. 16. Оптимизация параметров ПГУ для повышения тепловой эффективности. 17. Влияние параметров топлива на работу и характеристики ГТУ и ПГУ. 18. Особенности работы и характеристики ГТУ и ПГУ при переменных нагрузках. 19. Анализ воздушного пути и его влияние на параметры и производительность ГТУ и ПГУ. 20. Технологические решения и инновации для улучшения параметров и характеристик ГТУ и ПГУ. 21. Основные параметры и характеристики газотурбинной установки. 22. Влияние параметров воздуха на работу газотурбинной установки. 	ПК-2: ИД-ПК-2.1 ИД-ПК-2.2 ИД-ПК-2.3 ИД-ПК-2.5 ПК-3: ИД-ПК-3.1

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		23. Зависимость эффективности газотурбинной установки от температуры сжатия. 24. Анализ характеристик и параметров парогазовой установки. 25. Роль степени повышения давления в работе парогазовой установки. 26. Влияние показателя избытка воздуха на работу парогазовой установки. 27. Изучение параметров и характеристик комбинированной газовой-паровой установки. 28. Роль эффективности внешнего сгорания в работе комбинированной газовой-паровой установки. 29. Влияние показателя использования топлива на эффективность комбинированной газовой-паровой установки. Анализ параметров и характеристик утилизационного котла в комбинированной газовой-паровой установке.	

5.2. 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;		5

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	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.		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.		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.		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		5

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения.		
	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.		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.		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
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; 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		5

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	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.		
	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.		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		3

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	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.		
	<p>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 обнаружилось 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.</p> <p>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.</p>		2
Решение задач (заданий)	Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках);		5
	Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них;		4
	Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют;		3

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы.		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.		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.		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		3

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	преобразования формул.		
	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
Индивидуальное домашнее задание	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.		5
	Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета.		4
	Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов.		3
	Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.		2
	Работа не выполнена.		
Реферат	Выполнение работы в срок. Правильность оформления. Согласно требованиям ГОСТ. Студент знает основные термины, применяемые в современных системах энергосбережения на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, теоретические основы и закономерности производства водорода, возможные перспективы и основные направления развития энергетической технологии на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Студент демонстрирует умение: применять различные подходы к анализу поставленной в Реферате проблемы. Студент владеет навыками самостоятельного овладения новыми знаниями в области технологии получения, хранения и транспортировки энергоресурсов, используя современные технологии; способами систематизации и обобщения информации по вопросам профессиональной деятельности.		5
	Выполнение работы с опозданием в 2 недели. Незначительное отклонение от требований в части структурного наполнения работы. Незначительные пробелы в		4

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	знания основных технологических терминов и формулировок. Допускает незначительные ошибки в анализе и интерпретации поставленной проблемы. Допускает незначительные ошибки в ходе ответа на вопрос при защите Реферата; незначительные неточности в формулировках.		
	Выполнение работы более 2 недель. Грубое нарушение требований по оформлению. Значительные пробелы в знаниях основных технологических терминов и формулировок, допущение грубых ошибок, ошибки в проблеме развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и их технологии. Допускает значительные пробелы в определении технологии, ошибки в ее интерпретации, ошибки в понимании сущности и проблемы развития, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и их технологии. Значительные пробелы в ходе описания технологии; значительные неточности при защите Реферата		3
	Выставляется обучающемуся, который не знает большей части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы на занятиях и экзамене.		2
письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ	В отчете представлены все необходимые разделы и структура соответствует требованиям. Четко и подробно описаны цель и задачи эксперимента, методика и процедура проведения работ. Анализ результатов выполнен корректно и основательно. Выводы исчерпывающие, логичные и прямо связаны с поставленными целью и задачами. Продемонстрировано полное понимание теоретических и практических аспектов работы.		5
	В отчете присутствуют основные разделы и структура соответствует требованиям. Описаны цель и задачи эксперимента, методика и процедура выполнения работ. Результаты представлены и анализированы достаточно подробно. Выводы связаны с целью работы, но могут быть более основательными.		4

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	Проявлено понимание основных теоретических и практических аспектов работы.		
	В отчете присутствуют основные разделы, но структура может быть не совсем ясной. Цель и задачи эксперимента, методика и процедура проведения работ описаны недостаточно подробно. Результаты представлены, но анализ может быть поверхностным. Выводы присутствуют, но не всегда связаны с поставленными задачами. Некоторое понимание теоретических и практических аспектов работы проявлено.		3
	Цель и задачи эксперимента, методика и процедура выполнения работ описаны неполно или отсутствуют. Результаты не представлены или представлены некорректно. Выводы отсутствуют или не связаны с поставленными задачами. Неполное или неправильное понимание теоретических и практических аспектов работы.		2

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Зачет с оценкой в письменной форме по билетам	<p>Билет 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое комбинированные энергетические установки и каковы их основные преимущества? 2. Каковы основные компоненты комбинированных энергетических установок и как они взаимодействуют между собой? 3. Задача: Рассчитайте тепловую эффективность комбинированной энергетической установки, состоящей из газовой турбины с КПД 0,35 и паровой турбины с КПД 0,45. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 100 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 60 МДж. <p>Билет 2:</p>

	<ol style="list-style-type: none">1. Какие типы комбинированных энергетических установок существуют и в чем их отличия?2. Расскажите о принципе работы газовой турбины и ее роли в комбинированной энергетической установке.3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,35, а паровая турбина - 0,45. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 150 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 90 МДж. <p>Билет 3:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Каково значение использования комбинированных энергетических установок в современной энергетике?2. Каковы основные принципы работы парогазовых установок?3. Задача: Рассчитайте КПД парогазовой установки, если газовая турбина имеет КПД 0,40, а паровая турбина - 0,50. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 200 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 80 МДж. <p>Билет 4:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Какие преимущества предоставляют комбинированные циклы в сравнении с отдельными циклами газовой и паровой турбин?2. Расскажите о процессе совмещения газовой турбины и паровой турбины в комбинированной установке.3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,35, а паровая турбина - 0,50. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 180 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 60 МДж. <p>Билет 5:</p> <ol style="list-style-type: none">1. В чем заключается принцип работы комбинированной энергетической установки с использованием газовой турбины и парогенератора?2. Какие факторы влияют на эффективность комбинированных энергетических установок?3. Задача: Рассчитайте тепловую эффективность комбинированной энергетической установки, состоящей из газовой турбины с КПД 0,40 и парогенератора с КПД 0,55. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 150 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 50 МДж. <p>Билет 6:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Каково значение регенеративного нагрева для комбинированных энергетических установок?2. Объясните принцип работы регенератора в комбинированной энергетической установке.3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,45, а регенератор - 0,60. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 120 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 40 МДж. <p>Билет 7:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Какие параметры и характеристики являются ключевыми для оценки эффективности комбинированных энергетических установок?
--	--

	<ol style="list-style-type: none">2. Как происходит оптимизация работы комбинированных энергетических установок?3. Задача: Рассчитайте тепловую эффективность комбинированной энергетической установки, состоящей из газовой турбины с КПД 0,38 и паровой турбины с КПД 0,50. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 160 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 70 МДж. <p>Билет 8:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Каковы основные принципы работы комбинированных энергетических установок с использованием газовой турбины и паровой турбины?2. Какие пути повышения эффективности комбинированных энергетических установок вы можете назвать?3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,30, а паровая турбина - 0,55. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 140 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 50 МДж. <p>Билет 9:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Какие технологии могут быть применены для повышения эффективности комбинированных энергетических установок?2. Какова роль рекуператора в комбинированной энергетической установке?3. Задача: Рассчитайте КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,35, а рекуператор - 0,70. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 180 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 60 МДж. <p>Билет 10:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Каковы принципы работы комбинированных энергетических установок с использованием газовой турбины и парогенератора?2. Каковы перспективы развития комбинированных энергетических установок в будущем?3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,40, а парогенератор - 0,60. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 160 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 40 МДж. <p>Билет 11:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Какими преимуществами обладают комбинированные энергетические установки по сравнению с традиционными энергетическими системами?2. Какие факторы следует учитывать при выборе типа комбинированной энергетической установки?3. Задача: Рассчитайте тепловую эффективность комбинированной энергетической установки, состоящей из газовой турбины с КПД 0,35 и регенератора с КПД 0,65. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 150 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 70 МДж. <p>Билет 12:</p>
--	---

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие факторы оказывают влияние на эффективность работы комбинированных энергетических установок? 2. Каким образом может быть реализована управляемая нагрузка в комбинированных энергетических установках? 3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,38, а регенератор - 0,60. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 170 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 60 МДж. <p>Билет 13:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы основные принципы работы газотурбинных комбинированных энергетических установок? 2. В чем заключается принцип работы системы утилизации отработанного тепла в комбинированных энергетических установках? 3. Задача: Рассчитайте КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,35, а система утилизации отработанного тепла - 0,50. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 160 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 50 МДж. <p>Билет 14:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем заключается принцип работы комбинированных энергетических установок с использованием газовой турбины и парового котла? 2. Какие факторы влияют на экономическую эффективность комбинированных энергетических установок? 3. Задача: Определите тепловую эффективность комбинированной энергетической установки, состоящей из газовой турбины с КПД 0,40 и парового котла с КПД 0,55. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 170 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 70 МДж. <p>Билет 15:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы основные принципы работы комбинированных энергетических установок с использованием газовой турбины и отопительной системы? 2. В чем заключается принцип работы системы сжигания отходов в комбинированных энергетических установках? 3. Задача: Рассчитайте КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,35, а система сжигания отходов - 0,60. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 160 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 40 МДж. <p>Билет 16:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое комбинированные энергетические установки и каковы их основные преимущества? 2. Каковы основные компоненты комбинированных энергетических установок и как они взаимодействуют между собой? 3. Задача: Рассчитайте тепловую эффективность комбинированной энергетической установки, состоящей из газовой турбины с КПД 0,35 и паровой турбины с КПД 0,45. Предполагается, что входящая в установку
--	--

	<p>топливная энергия составляет 100 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 60 МДж.</p> <p>Билет 17:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие типы комбинированных энергетических установок существуют и в чем их отличия? 2. Расскажите о принципе работы газовой турбины и ее роли в комбинированной энергетической установке. 3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,35, а паровая турбина - 0,45. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 150 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 90 МДж. <p>Билет 18:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое комбинированные энергетические установки и каковы их основные преимущества? 2. Какие виды топлива могут использоваться в комбинированных энергетических установках? 3. Задача: Рассчитайте тепловую эффективность комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,35, а паровая турбина - 0,45. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 100 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 60 МДж. <p>Билет 19:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы основные компоненты комбинированных энергетических установок и как они взаимодействуют между собой? 2. Какие принципы работы лежат в основе газовой турбины и паровой турбины в комбинированной энергетической установке? 3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,4, а паровая турбина - 0,5. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 150 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 80 МДж. <p>Билет 20:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие преимущества имеют комбинированные энергетические установки по сравнению с традиционными установками, использующими только один тип энергии? 2. Как влияет режим работы газовой турбины на работу комбинированной энергетической установки? 3. Задача: Рассчитайте КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,3, а паровая турбина - 0,4. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 120 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 80 МДж. <p>Билет 21:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы основные типы комбинированных энергетических установок и в чем заключаются их отличия? 2. Расскажите о принципе работы паровой турбины в комбинированной энергетической установке. 3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,35, а паровая турбина - 0,4. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 80 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 50 МДж.
--	---

	<p>Билет 22:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Какие факторы могут повлиять на эффективность работы комбинированной энергетической установки?2. Какие основные параметры и характеристики следует учитывать при проектировании комбинированной энергетической установки?3. Задача: Рассчитайте КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,3, а паровая турбина - 0,45. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 90 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 60 МДж. <p>Билет 23:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Какие принципы работы лежат в основе газотурбинных установок в комбинированных энергетических установках?2. Расскажите о принципе работы газовой турбины в комбинированной энергетической установке.3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,4, а паровая турбина - 0,5. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 100 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 70 МДж. <p>Билет 24:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Какие компоненты входят в состав комбинированной энергетической установки и каковы их функции?2. Каково влияние параметров работы газовой турбины на эффективность комбинированной энергетической установки?3. Задача: Рассчитайте КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,35, а паровая турбина - 0,5. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 120 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 80 МДж. <p>Билет 25:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Какие факторы следует учитывать при выборе типа комбинированной энергетической установки для конкретного проекта?2. Как влияют параметры работы паровой турбины на эффективность комбинированной энергетической установки?3. Задача: Определите КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,4, а паровая турбина - 0,4. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 150 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 100 МДж. <p>Билет 26:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Каковы основные требования к эффективности комбинированных энергетических установок?2. Какие факторы могут оказывать влияние на выбор типа комбинированной энергетической установки?3. Задача: Рассчитайте КПД комбинированной энергетической установки, если газовая турбина имеет КПД 0,3, а паровая турбина - 0,5. Предполагается, что входящая в установку топливная энергия составляет 80 МДж, а энергия, уходящая в окружающую среду в виде тепла, составляет 40 МДж.
--	--

--	--

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Зачет с оценкой: в письменной форме по билетам	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</p>		5
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 		4

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. <p>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.</p>		3
	<p>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.</p>		2

5.5. 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 (десятый семестр):		
- устный опрос (раздел 1)		2-5
- коллоквиум (раздел 2)		2-5
- контрольная работа (раздел 2)		2-5
- индивидуальное домашнее задание (раздел 2)		2-5
- лабораторная работа (темы 1.2, 2.2)		2-5
Промежуточная аттестация (устный опрос (раздел 2))		2-5
- коллоквиум (раздел 3)		2-5
- контрольная работа (раздел 3)		2-5
- реферат (раздел 3)		2-5
Итого за десятый семестр (Комбинированные энергетические установки) Зачет с оценкой		отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно

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	отлично зачтено (отлично)	зачтено
65 – 84 баллов	хорошо зачтено (хорошо)	
41 – 64 баллов	удовлетворительно зачтено (удовлетворительно)	
0 – 40 баллов	неудовлетворительно	не зачтено

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

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.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются 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.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

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.).

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.

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.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

<p>Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</p>	<p>Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</p>
--	--

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»

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины 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	640x480, 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.

10. 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
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	Шарпар Н.М., Марков В.В.	Теория и проектирование газотурбинных установок	Учебное пособие	ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»	2021		10 шт.
2	Шарпар Н.М., Марков В.В.	Устройство и действие парогазотурбинных установок	Учебное пособие	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»	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2014		на кафедре - 8 шт.
6	Аронсон К. Э., Рябчиков А. Ю., Брезгин Д. В., Мурманский И. Б.	Парогазотурбинные установки: эжекторы конденсационных установок	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/book/parogazoturbinnye-ustanovki-ezhektory-kondensacionnyh-ustanovok-492213	-
7	Быстрицкий Г. Ф., Гасангаджиев Г. Г., Кожиченков В. С.	Общая энергетика. Основное оборудование	Учебник	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/book/obschaya-energetika-osnovnoe-oborudovanie-512921	-
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Айзензон А.Е.	Физика	Учебник и практикум для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/book/fizika-511373	-
2	Бухарова Г.Д.	Физика. Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания	Учебное пособие для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/book/molekulyarnaya-fizika-i-termodinamika-metodika-prepodavaniya-513121	-
3	Косинов А.Д., Костюрина А.Г., Брагин О.А.	Методы физического эксперимента	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/metody-fizicheskogo-eksperimenta-494206	-
4	Красновский Б.М.	Выполнение бетонных работ:	Учебное пособие	М: ООО	2023	https://urait.ru/viewer/vypolnenie-	-

		зимнее бетонирование. В 2 ч. Часть 1.	для СПО	«Издательство Юрайт»		betonnyh-rabot-zimnee-betonirovanie-v-2-ch-chast-1-517717	
5	Красновский Б.М.	Выполнение бетонных работ: зимнее бетонирование. В 2 ч. Часть 2.	Учебное пособие для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/vypolnenie-betonnyh-rabot-zimnee-betonirovanie-v-2-ch-chast-2-517719	-
6	Рудобашта С. П., Карташов Э. М.	Химическая технология: Диффузионные процессы. Часть 2.	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/himicheskaya-tehnologiya-diffuzionnye-processy-v-2-ch-chast-1-516153#page/1	-
7	Рудобашта С. П., Карташов Э. М.	Химическая технология: Диффузионные процессы. Часть 2.	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/himicheskaya-tehnologiya-diffuzionnye-processy-v-2-ch-chast-2-516644	-
8	Гнездилова А. И.	Процессы и аппараты пищевых производств 2-е изд., пер. и доп.	Учебное пособие для СПО	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/processy-i-apparaty-pischevyh-proizvodstv-516046	-
9	Гнездилова А. И.	Процессы и аппараты пищевых производств 2-е изд., пер. и доп.	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/processy-i-apparaty-pischevyh-proizvodstv-513613	-
10	Карташов Э.М., Кудинов В.А., Калашников В.В.	Теория тепломассопереноса: решение задач для многослойных конструкций	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teoriya-teplomassoperenosa-reshenie-zadach-dlya-mnogosloynnyh-konstrukcij-516154	-
11	Шабаров А.Б. - отв. ред., Кислицын А.А. - отв. ред.	Теория тепломассопереноса в нефтегазовых и строительных технологиях	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teoriya-teplomassoperenosa-v-neftegazovyh-i-stroitelnyh-tehnologiyah-498905	-
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»	2023	https://urait.ru/viewer/teplotehnika-v-2-t-tom-1-termodinamika-i-teoriya-teploobmena-516581	-
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»	2023	https://urait.ru/viewer/teplotehnika-v-2-t-tom-2-energeticheskoe-ispolzovanie-teploty-516585	-
14	Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред.	Теплотехника. Практикум	Учебное пособие	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teplotehnika-praktikum-516588#page/1	-
15	Быстрицкий Г.Ф.	Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных	Учебник для академического	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/teplotehnika-i-energossilovoe-oborudovanie-	-

		предприятий	бакалавриата			promyshlennyh-predpriyatiy-512922#page/1	
16	Кудинов В. А., Карташов Э. М., Стефанюк Е. В.	Техническая термодинамика и теплопередача	Учебник для академического бакалавриата	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/tehnicheskaya-termodinamika-i-teploperedacha-510604	-
17	Бухарова Г.Д.	Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания	Учебное пособие для академического бакалавриата	М: ООО «Издательство Юрайт»	2023	https://urait.ru/viewer/molekulyarnaya-fizika-i-termodinamika-metodika-prepodavaniya-513121	-
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	-
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины 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.

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

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

№ пп	Период	Номер и дата договора	Предмет договора	Партнер по договору	Ссылка на электронный ресурс	Срок действия договора
1.	2023	Приложение 1 к письму РЦНИ от 07.04.2023 г. № 574	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Wiley	РЦНИ	База данных The Wiley Journals Databas (глубина доступа: 2019 г. - 2022 г.) https://onlinelibrary.wiley.com/	Действует по 30.06.2023 г.
2.	2023	РЦНИ Информационное письмо № 1948 от 29.12.2022	О предоставлении доступа к базам данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Springer Materials: https://materials.springer.com/	Действует по 29.12.2023 г.
3.	2023	РЦНИ Информационное письмо № 1949 от 29.12.2022	О предоставлении доступа к базам данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Springer Nature Protocols and Methods: http://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols	Действует по 29.12.2023 г.
4.	2023	РЦНИ Информационное письмо № 1955 от 30.12.2022	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Questel SAS	РЦНИ	https://www.orbit.com/	Действует по 30.06.2023 г.
5.	2023	РЦНИ Информационное письмо № 1956 от 30.12.2022	О предоставлении доступа к базе данных компании The Cambridge Crystallographic Data Center	РЦНИ	https://www.ccdc.cam.ac.uk/	Действует по 31.12.2023 г.
6.	2023/2024	Договор № ПЛ-02-4/18-01.22 от 07.02.2023 г.	О предоставлении права использования программного обеспечения	ООО «Издательство Лань»	https://e.lanbook.com/	Действует до 17.02.2024 г.
7.	2022/2023	Договор № 494 эбс от 12.10.2022 г.	О предоставлении доступа к ЭБС Znanium.com	ООО «ЗНАНИУМ»	https://znanium.com/	Действует до 12.10.2023 г.
8.	2022/2023	Договор № 450-22 Е-44-5 от 05.10.2022 г.	О предоставлении доступа к образовательной платформе «ЮРАЙТ»	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	https://urait.ru/	Действует до 14.10.2023 г.
9.	2022/2023	Лицензионный договор SCIENCE INDEX № SIO-8076/2022 от 25.05.2022 г.	О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс eLIBRARY.RU)	ООО НЭБ	https://www.elibrary.ru/	Действует до 25.05.2023

10.	202 2/2 023	Договор № 52-22-ЕП-223-5 Р от 18.02.2022 г. Дополнительное соглашение №1 к Договору № 52-22-ЕП-223-5 Р от 18.02.2022 г.	О предоставлении права использования программного обеспечения. О предоставлении доступа к разделам базы данных	ООО «Издательство Лань»	https://e.lanbook.com/	Действует до 18.02.2023 г.
11.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 07.04.2023 г. № 574	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Wiley	РЦНИ	База данных The Wiley Journals Databas (глубина доступа: 2023 г.) https://onlinelibrary.wiley.com/	Ресурс бессрочный
12.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 29.12.2022 г. № 1950	О предоставлении доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Nature journals (год издания – 2023 г. - тематическая коллекция Physical Sciences & Engineering Package): https://www.nature.com/ База данных Springer Journals (год издания – 2023 г.- тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package) : https://link.springer.com/	Ресурс бессрочный
13.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 29.12.2022 г. № 1949	О предоставлении доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Springer Journals (год издания – 2023 г.- тематическая коллекция Social Sciences Package) : https://link.springer.com/ База данных Nature Journals - Palgrave Macmillan (год издания – 2023 г. тематической коллекции Social Sciences Package) https://www.nature.com/	Ресурс бессрочный
14.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 29.12.2022 г. № 1948	О предоставлении доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature	РЦНИ	База данных Nature journals, Academic journals, Scientific American (год издания – 2023 г.) тематической коллекции Life Sciences Package .): https://www.nature.com/ База данных Adis (год издания – 2023 г.) тематической коллекции Life Sciences Package https://link.springer.com База данных Springer Journals (год издания – 2023 г.: - тематическая коллекция Life Sciences Package) : https://link.springer.com/	Ресурс бессрочный
15.	202 3	Приложение 1 к письму РЦНИ от 29.12.2022 г. № 1947	О предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Springer eBooks Collections	РЦНИ	eBooks Collections (i.e.2023 eBook Collections, год издания - 2023, в т.ч. выпущенных в 2022 г. - тематическая коллекция Physical Sciences, Social Sciences, Life Sciences,Engineering Package):	Ресурс бессрочный

			издательства Springer Nature		http://link.springer.com/	
16.	2022	Приложение 1 к письму РФФИ от 08.08.2022 г. №1065)	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Springer Nature	РФФИ	База данных Nature journals коллекции Academic journals, Scientific American, Palgrave Macmillan (выпуски 2022 г.): https://www.nature.com/ https://link.springer.com База данных Springer Journals: https://link.springer.com/	Ресурс бессро чный
17.	2022	Приложение 1 к письму РФФИ от 30.06.2022 г. № 910	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Springer Nature	РФФИ	База данных Springer Journals: https://link.springer.com/ База данных Adis Journals (выпуски 2022 г.): https://link.springer.com/	Ресурс бессро чный
18.	2022	Приложение 1 к письму РФФИ от 30.06.2022 г. № 909.	О предоставлении доступа к электронным ресурсам Springer Nature	РФФИ	База данных Nature journals (выпуски 2022 г.): https://www.nature.com/ База данных Springer Journals: https://link.springer.com/	Ресурс бессро чный
19.	2021	Приложение 1 к письму РФФИ от 17.09.2021 г. № 965	О предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Springer eBooks Collections издательства Springer Nature	РФФИ	eBooks Collections (i.e.2020 eBook Collections): http://link.springer.com/	Ресурс бессро чный
20.	2019	Приложение № 2 к письму РФФИ № 809 от 24.06.2019 г.	О предоставлении сублицензионного доступа к содержанию баз данных издательство Springer Nature	РФФИ	База данных Springer Journals (за 2019 г): https://link.springer.com/ База данных Nature journals (выпуски 2019 г.): https://www.nature.com/	Ресурс бессро чный
21.	2018	Договор № 101/НЭБ/0486-п от 21.09.2018 г.	О предоставлении доступа к «Национальной электронной библиотеке» (НЭБ)	ФГБУ РГБ	http://нэб.рф/	Ресурс бессро чный
22.	2016/2017	Приложение № 2 к письму РФФИ № 779 от 16.09.2016 г.	О предоставлении доступа к БД издательства SpringerNature (выпуски за 2016-2017 гг)	РФФИ	https://link.springer.com/ https://www.springerprotocols.com/ https://materials.springer.com/ https://link.springer.com/search?facet-content-type=%ReferenceWork%22 http://zbmath.org/ http://npg.com/	Ресурс бессро чный с 01.01.2017
23.	2016/2019	Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.	О предоставлении доступа к БД СМИ	ООО "ПОЛПРЕД Справочник и"	http://www.polpred.com	Ресурс бессро чный
24.	2015/2019	Договор № 101/НЭБ/0486 от 16.07.2015 г.	О предоставлении доступа к «Национальной электронной библиотеке»	ФГБУ РГБ	http://нэб.рф/	Ресурс бессро чный

25.	201 3/2 019	Соглашение № ДС-884-2013 от 18.10.2013 г.	О сотрудничестве в Консорциуме	НП НЭИКОН	http://www.neicon.ru/	Ресурс бессро чный
26.	201 3/2 019	Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.	О предоставлении доступа к eLIBRARY.RU	ООО «Националь ная электронная библиотека » (НЭБ)	http://www.elibrary.ru/	Ресурс бессро чный

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Наименование лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	Wolfram Mathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAW Graphics Suite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	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
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	Pinnacle Studio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	Project Expert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Диалог NIBELUNG	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
22.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020

23.	Adobe Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription New	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
24.	Mathcad Education - University Edition Subscription	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
25.	CorelDRAW Graphics Suite 2021 Education License (Windows)	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
26.	Mathematica Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
27.	Network Server Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
28.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
29.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021

ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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