

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

УТВЕРЖДАЮ

Декан инженерно-технологического
факультета

 Д.Д. Бакайкин

23 апреля 2020 г.

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

Б1.Б.24 ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Специальность **23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация **№3 «Технические средства агропромышленного комплекса»**

Уровень высшего образования – **специалитет**

Форма обучения – **очная**

Челябинск
2020

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.24 «Термодинамика и теплопередача» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 11.08.2016 г. № 1022. Рабочая программа предназначена для подготовки инженера по специальности **23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, специализация № 3 «Технические средства агропромышленного комплекса».**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – кандидат технических наук, доцент кафедры «Энергообеспечение и автоматизация энергетических процессов» Гусева О.А.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

«17» апреля 2020 г. (протокол №8).

Зав. кафедрой «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»,
доктор технических наук, профессор

 В.М.Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией инженерно-технологического факультета

«21» апреля 2020 г. (протокол №5).

Председатель методической комиссии
инженерно-технологического факультета,
кандидат технических наук, доцент

 А.П. Зырянов

Директор Научной библиотеки



 Е.Л. Лебедева

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины	4
1.2.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций).....	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы.....	6
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы.....	6
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам.....	7
4.	Структура и содержание дисциплины.....	7
4.1.	Содержание дисциплины.....	7
4.2.	Содержание лекций.....	10
4.3.	Содержание лабораторных занятий.....	11
4.4.	Содержание практических занятий.....	11
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся.....	12
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	13
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	13
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины.....	13
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины.....	14
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	14
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	15
12.	Инновационные формы образовательных технологий.....	15
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	16
	Лист регистрации изменений.....	33

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

1.1. Цель и задачи дисциплины

Инженер по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской; проектно-конструкторской; производственно-технологической; организационно-управленческой.

Цель дисциплины – сформировать у обучающегося систему фундаментальных знаний в области получения и использования тепловой энергии, необходимых для последующей подготовки специалиста, способного к эффективному решению практических задач сельскохозяйственного производства, а также способствующих дальнейшему развитию личности.

Задачи дисциплины:

изучить основные законы термодинамики, тепломассообмена, овладеть методами использования тепла в сельском хозяйстве.

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно связанных со сферой профессиональной деятельности	Обучающийся должен знать основные законы термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач (Б1.Б.24-3.1)	Обучающийся должен уметь использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач (Б1.Б.24-У.1)	Обучающийся должен владеть навыками описания основных законов термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач (Б1.Б.24-Н.1)
ПК-10 способностью разрабатывать технологическую документацию для	Обучающийся должен знать основные законы термодинамики и тепломассообмена, необходимые при разработке	Обучающийся должен уметь использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена, необходимые при разработке	Обучающийся должен владеть навыками применения основных законов термодинамики и тепломассообмена, необходимых при разработке

производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования (Б1.Б.24- 3.2)	технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования (Б1.Б.24- У.2)	технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования (Б1.Б.24-Н.2)
---	---	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» относится к базовой части Блока 1 (Б1.Б.24) основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, специализация №3 «Технические средства агропромышленного комплекса».

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции		
		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
1	Химия	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
2	Информатика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
3	Начертательная геометрия и инженерная графика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
4	Теоретическая механика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
5	3D моделирование	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
6	Теория механизмов и машин	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
7	Соппротивление материалов	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
8	Материаловедение	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
9	Метрология, стандартизация и сертификация	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
10	Технология конструкционных материалов	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
11	Теория упругости	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
Последующие дисциплины				
1	Гидравлика и гидропневмопривод	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
2	Технология механизированных процессов в растениеводстве	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
3	Теория и основы расчёта трансмиссий и ходовых	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4

	аппаратов транспортно-тяговых средств			
4	Эксплуатационные материалы	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
5	Конструкционные и защитно-отделочные материалы	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
6	Теория технических систем и системного анализа	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
7	Основы проектирования и использования машинно-тракторного парка	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
8	Организация и планирование производства	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
9	Технология производства технических средств агропромышленного комплекса	ПК-10	ПК-10	ПК-10
10	Расчёт и конструирование технических средств для возделывания сельскохозяйственных культур	ПК-10	ПК-10	ПК-10
11	Моделирование и проектирование технических средств для возделывания сельскохозяйственных культур	ПК-10	ПК-10	ПК-10
12	Расчёт и конструирование технических средств для уборки зерновых культур	ПК-10	ПК-10	ПК-10
13	Проектирование технических средств для уборки зерновых культур	ПК-10	ПК-10	ПК-10

3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕТ), 144 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 6 семестре.

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
Контактная работа (всего)	80
В том числе:	
Лекции (Л)	32
Практические занятия (ПЗ)	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	16

Самостоятельная работа обучающихся (СР)	37
Контроль	27
Итого	144

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ тем ы	Наименование раздела и темы	Всего час.	в том числе				
			контактная работа			СР	контроль
			Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	5	6	7	8	9
Раздел 1. Техническая термодинамика							
1.1	Введение. Основные понятия и определения	12	4	2	2	4	х
1.2	Термодинамические процессы	8	4	х	х	4	х
1.3	Круговые процессы. Законы термодинамики	34	10	4	16	4	х
1.4	Водяной пар.	6	2	х	2	2	х
1.5	Влажный воздух	6	2	2	х	2	
Раздел 2. Теория теплообмена							
2.1	Основы теории теплообмена	10	4	4	х	2	х
2.2	Основы расчета теплообменных аппаратов	8	2	2	2	2	х
Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве							
3.1	Котельные установки	11	х	х	6	5	х
3.2	Отопление	5	1	х	х	4	х
3.3	Вентиляция	7	1	2	х	4	х
3.4	Хранение и сушка сельскохозяйственных продуктов.	4	х	х	4	х	
3.5	Охрана окружающей среды	1	1	х	х	х	х
3.6	Основы энергосбережения	5	1	х	х	4	х
	Контроль	27	х	х	х	х	27
	Итого	144	32	16	32	37	27

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины

Раздел 1. Техническая термодинамика

1.1 Введение. Основные понятия и определения

Предмет технической термодинамики и ее методы. Связь теплотехники с другими отраслями знаний. Основные задачи курса.

Рабочее тело. Основные параметры состояния. Термодинамическая система. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Термодинамический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы).

Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси. Соотношение между массовыми, объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси. Определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси. Определение давлений компонентов.

Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости. Теплоемкость смеси рабочих тел.

Первый закон термодинамики. Сущность закона. Формулировка закона. Аналитическое выражение закона для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния, Pv -диаграмма. Энтальпия.

Второй закон термодинамики. Основные формулировки закона. Аналитическое выражение закона. Энтропия. Ts -диаграмма.

Смещение газов.

1.2. Термодинамические процессы

Общее понятие о термодинамическом процессе. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Изображение в координатах p и T . Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный – частные случаи политропного процесса.

1.3. Круговые процессы

Общее понятие о круговом процессе. Прямой и обратный цикл Карно, их анализ. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент.

Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС): с подводом теплоты при постоянном объеме, при постоянном давлении, с комбинированным подводом теплоты. Изображение циклов в p - и Ts - диаграммах. Сравнительный анализ циклов ДВС. Реальные циклы ДВС

Циклы газотурбинных установок (ГТУ): с изохорным и изобарным подводом теплоты. Регенеративные циклы ГТУ. Изображение циклов в p и Ts диаграммах. Термодинамические КПД циклов. Сравнительный анализ циклов ГТУ.

Цикл идеального компрессора. Классификация компрессоров и принцип действия. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Полная работа, затраченная на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие. Изображение циклов в p - и Ts -диаграммах.

Цикл холодильных установок. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл кондиционера.

1.4. Водяной пар

Физическое состояние вещества. Процесс парообразования в p - и Ts - координатах. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. p -, Ts -, Is - диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в p -, Ts - диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл.

1.5. Влажный воздух. Определение понятия «Влажный воздух». Основные величины, характеризующие состояния влажного воздуха. Id - диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).

Раздел 2. Теория тепломассообмена

2.1. Основы теории тепломассообмена

Предмет и задачи теории. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.

Теплообмен теплопроводностью. Основные понятия и определения. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки, цилиндрической и сферической стенок.

Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи.

Теплообмен излучением. Основные понятия и определения, тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами.

Сложный теплообмен. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую, цилиндрическую, сферическую стенки. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция.

2.2. Основы расчета теплообменных аппаратов

Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный расчет теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Современные конструкции трубчатых и пластинчатых аппаратов.

Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве

3.1 Котельные установки

Топливо, его виды и характеристики. Виды котельных установок, их работа. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания топлива. Условное топливо.

Теплоносители. Основы теплового расчета котельных агрегатов. Тепловой баланс, КПД котельного агрегата. Расход топлива, удельный расход топлива. Вспомогательное оборудование котельных установок.

3.2 Отопление

Мощность системы отопления. Общие сведения, классификация систем отопления. Виды теплоносителей систем отопления.

Отопительные (нагревательные) приборы. Классификация. Тепловой расчет отопительных приборов.

Системы водяного отопления. Классификация и устройство систем водяного отопления.

Воздушное отопление. Классификация и устройство систем воздушного отопления. Принципы расчета.

3.3 Вентиляция

Микроклимат помещения. Параметры микроклимата. Влияние параметров микроклимата на продуктивность сельскохозяйственного производства.

Классификация и устройство систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Расчет воздухообмена.

Выбор и расчет оборудования.

Применение теплоты в культивационных сооружениях. Системы вентиляции и отопления животноводческих помещений. Порядок проектирования вентиляции.

3.4. Хранение и сушка сельскохозяйственных продуктов.

Определение сушки. Сушка сельскохозяйственных продуктов. Способы сушки: естественная и искусственная; конвективная; кондуктивная; контактная; радиационная; комбинированная. Технологические основы хранения продукции растениеводства. Методы хранения сельхозпродукции; периоды хранения сезонной продукции - лечебный, охлаждения, основной; газовый и температурный режимы в хранилищах. Обогрев сооружений защищенного грунта. Применение холода в сельском хозяйстве

3.5 Охрана окружающей среды

Выбросы в атмосферу (теплогенерирующих устройств, от вентиляционных систем) и их влияние на окружающую среду. Предельно-допустимые концентрации выбросов в атмосферу (ПДК): максимально-суточные и среднесуточные. Рассеяние вредностей в атмосфере. Понятие о предельно-допустимых выбросах (ПДВ). Применение фильтров и других устройств для очистки выбросов.

3.6 Основы энергосбережения

Основные направления экономии энергоресурсов в агропромышленном комплексе. Повышение эффективности энергетического и энергоиспользующего оборудования.

Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: энергия ветра, солнца, текущей воды, геотермальные источники, выработка биогаза. Основные направления экономии

энергоресурсов в агропромышленном комплексе. Использование вторичных энергоресурсов. Использование теплоты удаляемого воздуха животноводческих помещений. Утилизационные установки, показатели их работы.

4.2. Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекций	Кол-во часов
1.	Введение. Основные понятия и определения Предмет технической термодинамики и ее методы. Рабочее тело. Основные параметры состояния. Смеси рабочих тел. Теплоемкость.	2
2.	Введение. Основные понятия и определения Первый закон термодинамики. Энтальпия. Второй закон термодинамики. Энтропия	2
3.	Термодинамические процессы Общее понятие о термодинамическом процессе. Изображение в координатах Pv и Ts . Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный.	2
4.	Термодинамические процессы Основные термодинамические процессы: изотермический, адиабатный – частные случаи политропного процесса	2
5.	Круговые процессы Общее понятие о круговом процессе. Прямой и обратный цикл Карно, их анализ. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент.	2
6.	Круговые процессы Цикл идеального одноступенчатого компрессора. Реальный цикл одноступенчатого компрессора. Многоступенчатое сжатие.	2
7.	Круговые процессы Идеальные циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Сравнительная оценка термодинамических циклов ДВС.	2
8.	Круговые процессы Циклы газотурбинных установок. Турбонаддув	2
9.	Водяной пар Физическое состояние вещества. Процесс парообразования в Pv и Ts координатах. Is - диаграмма водяного пара. Дросселирование.	2
10.	Круговые процессы Цикл воздушно-компрессорной холодильной установки. Тепловой насос. Цикл пароконпрессорной холодильной машины	2
11.	Влажный воздух. Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха. Id -диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов	2
12.	Основы теории теплообмена. Предмет и задачи теории. Виды переноса теплоты. Теплообмен теплопроводностью. Закон Фурье. Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона-Рихмана.	2
13.	Основы теории теплообмена. Теплообмен излучением. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через многослойную стенку.	2
14.	Основы расчета теплообменных аппаратов. Виды теплообменных аппаратов. Принципы расчета теплообменных аппаратов.	2

15.	<p>Отопление Системы водяного отопления. Классификация и устройство систем водяного отопления. Воздушное отопление. Классификация и устройство систем воздушного отопления.. Мощность системы отопления.</p> <p>Вентиляция Микроклимат помещения. Параметры микроклимата. Влияние параметров микроклимата на продуктивность сельскохозяйственного производства. Классификация и устройство систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Расчет воздухообмена.</p>	2
16.	<p>Охрана окружающей среды. Основы энергосбережения Предельно-допустимые концентрации выбросов в атмосферу (ПДК): максимально-суточные и среднесуточные. Рассеяние вредностей в атмосфере. Понятие о предельно-допустимых выбросах (ПВД). Применение фильтров и других устройств для очистки выбросов. Основные направления экономии энергоресурсов в агропромышленном комплексе. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.</p>	2
	Итого	32

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п.	Наименование лабораторных занятий	Кол-во часов
1	Определение изобарной теплоемкости воздуха	2
2	Определение холодильного коэффициента	2
3	Изучение свойств влажного воздуха	2
4	Определение коэффициента теплопроводности строительного песка.	2
5	Изучение мертвого пространства компрессора	2
6	Способы и средства определения параметров работы вентилятора. Определение рабочей точки вентилятора	2
7	Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции.	2
8	Исследование режимов прямотока и противотока рекуперативного теплообменного аппарата.	2
	Итого	16

4.4. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Кол-во часов
1	Решение задач на термодинамические процессы и законы термодинамики	2
2	Расчет цикла идеального компрессора.	2
3	Расчет идеального цикла ДВС с комбинированным подводом теплоты.	4
4	Расчет идеального цикла ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении.	2
5	Расчет идеального цикла ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме.	2
6	Расчет идеального цикла газотурбинной установки	2
7	Сопоставление циклов ДВС и ГТУ.	2
8	Расчет идеального цикла воздушно-компрессорной холодильной установки	2
9	Изменение параметров пара при дросселировании. Is- диаграмма водяного пара	2
10	Расчет рекуперативного теплообменника	2

11	Изучение котельной установки	2
12	Водоподготовка	2
13	Принципиальная схема паровой котельной установки.	2
14	Способы сушки: естественная и искусственная; конвективная; кондуктивная; контактная; радиационная; комбинированная.	2
15	Методы хранения сельхозпродукции.	2
	Итого	32

4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к лабораторным работам и к защите лабораторных работ	5
Подготовка к практическим занятиям	5
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	27
Итого	37

4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1.	Теплоемкость. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Теплоемкость смеси рабочих тел	4
2.	Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный – частные случаи политропного процесса.	4
3.	Цикл идеального компрессора. Полная работа, затраченная на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие.	2
4.	Цикл холодильных установок. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессионных установок. Понятие об абсорбционных и парожеткорных холодильных установках.	2
5.	Водяной пар. Ts- диаграммы водяного пара	2
6.	Id- диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).	2
7.	Сложный теплообмен. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую стенку. Расчет коэффициента теплопередачи	2
8.	Расчет теплообменных аппаратов «труба в трубе»	2
11.	Котельные установки.	5
12.	Расчет воздухообмена. Выбор и расчет оборудования.	4
13.	Системы отопления. Выбор мощности систем отопления.	6
14.	Утилизационные установки, показатели их работы Альтернативные источники энергии	6
	Итого	37

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Круглов Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. Москва: Лань, 2012.- 208 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900.

2. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96253>

3. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Термодинамика и теплопередача" [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки специалистов: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Форма обучения - очная, заочная / сост.: О. А. Гусева, Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 70 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/66.pdf>.

4. Булгакова Р. И. Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию "Отопление и вентиляция животноводческого помещения" [Электронный ресурс]: рукопись / Булгакова Р. И.; ЧГАА - Челябинск: Б.и., 2013 - 53 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/9.pdf>.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Основная литература

1. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96253> (дата обращения: 09.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Круглов Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. Москва: Лань, 2012.- 208 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900.
3. Амирханов Д. Г. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] / Д.Г. Амирханов; Р.Д. Амирханов - Казань: Издательство КНИТУ, 2014 - 264 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428258>

Дополнительная литература

1. Амерханов Р. А. Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем [Текст]: учебник / Р. А. Амерханов, Г. П. Ерошенко, Е. В. Шелиманова ; под ред. Р. А. Амерханова. М.: Энергоатомиздат, 2008.- 448 с
2. Захаров А. А. Применение теплоты в сельском хозяйстве [Текст]. М.: Агропромиздат, 1986.- 287с
3. Круглов Г. А. Теплотехника [Текст]: учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. СПб.: Лань, 2010.- 208 с.
4. Теплотехника [Текст]: учебник для вузов / В. Н. Луканин [и др.] ; под ред. В. Н. Луканина. М.: Высшая школа, 2006.- 671с.

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Термодинамика и теплопередача" [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки специалистов: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Форма обучения - очная, заочная / сост.: О. А. Гусева, Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 70 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/66.pdf>.

2. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96253> (дата обращения: 09.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем,

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- ЭБС «ЛАНЬ»;
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;
- ИСС «Техэксперт»;
- ЭБ «Академия»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- ЭБС «Юрайт»;
- ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт»;
- АСС «Сельхозтехника» .

Лицензионное программное обеспечение: MyTestXPRo 11.0, PTCMathCADEducation - UniversityEdition, Мой Офис Стандартный , WindowsXPHomeEditionOEMSoftware, KasperskyInternetSecurity, KasperskyEndpointSecurity

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

454080, Челябинская обл., г. Челябинск, проспект Ленина, 75, аудитории № 501, 503,

454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Сони Кривой, 38, Лаборатории холодильного оборудования № 136.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Сектор Д 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Сони Кривой, 48

Лаборатория термодинамики ангар 1 сектора Д 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Сони Кривой, 48

Помещения для самостоятельной работы обучающихся

Помещение для самостоятельной работы 454080, г. Челябинск, проспект Ленина 75, аудитория № 303.

Перечень оборудования и технических средств обучения

Посадочные места по числу студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет, внутривузовская компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

Ауд. 501 Экран, проектор, ноутбук.

Ауд. 503 Экран, проектор, ноутбук.

Ауд. 303

Компьютер в комплекте – 30 шт.

Ауд. 136 Холодильная установка ХМВФ-20

Лазерный принтер Samsung ML-1210

Холодильник-термостат

Прибор «вибротест» МГ4

Телевизор LG CF-21 J50K 54 см

Видеоплейер пишущий Samsung SVR-151

Стенд-тренажёр ХОЛОДИЛЬНИК

Сектор Д Котёл Д-721

Паросиловая установка

Компрессор воздушный

Комплект элементов для аэродинамического стенда

Вентилятор Ц4-75-2.5-1 ЛЕВ ДВА 71 В4

Вентилятор Ц4-75-2.5-1 ПР ДВА 63 А4

Нефтепарообразователь

Комплект вентиляционной приточной установки (вентилятор, калорифер, фильтр, вставка фильтрующая, клапан воздушный, шумоглушитель)

Лабораторно-исследовательский стенд «Испытание рекуперативного теплообменника» (врезка, вентиль, кран шаровой, переходник, штуцер, тройник)

12. Инновационные формы образовательные технологий

Вид	Лекции	ЛЗ	ПЗ
Формы			
Учебные дискуссии	-	-	+

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине **«Термодинамика и теплопередача»**

Специальность **23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация **№ 3 «Технические средства агропромышленного комплекса»**

Уровень высшего образования – **специалитет**

Квалификация – **инженер**

Форма обучения – **очная**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП.....	18
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	19
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	21
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	22
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	22
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	22
4.1.2. Отчет по лабораторной работе.....	23
4.1.3. Инновационные формы образовательных технологий.....	24
4.1.4. Тестирование.....	25
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	27
4.2.1. Экзамен.....	27

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на базовом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	Обучающийся должен знать основные законы термодинамики и теплообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач (Б1.Б.24-3.1)	Обучающийся должен уметь использовать основные законы термодинамики и теплообмена в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач (Б1.Б.24-У.1)	Обучающийся должен владеть навыками описания основных законов термодинамики и теплообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач (Б1.Б.24-Н.1)
ПК-10 способностью разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	Обучающийся должен знать основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования (Б1.Б.24-3.2)	Обучающийся должен уметь использовать основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования (Б1.Б.24-У.2)	Обучающийся должен владеть навыками применения основных законов термодинамики и теплообмена, необходимых при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования (Б1.Б.24-Н.2)

2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.Б.24-З.1	Обучающийся не знает основные законы термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся слабо знает основные законы термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные законы термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные законы термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач
Б1.Б.24-У.1	Обучающийся не умеет использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач	Обучающийся слабо умеет использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач	Обучающийся умеет использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач	Обучающийся умеет использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач
Б1.Б.24-Н.1	Обучающийся не владеет навыками описания основных законов термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся слабо владеет навыками описания основных законов термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками описания основных законов термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся свободно владеет навыками описания основных законов термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач

		инженерных задач		
Б1.Б.24-3.2	Обучающийся не знает основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	Обучающийся слабо знает основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования
Б1.Б.24-У.2	Обучающийся не умеет использовать основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	Обучающийся слабо умеет использовать основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	Обучающийся умеет использовать основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	Обучающийся умеет использовать основные законы термодинамики и теплообмена, необходимые при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования
Б1.Б.24-Н.2	Обучающийся не владеет навыками применения основных законов термодинамики и	Обучающийся слабо владеет навыками применения основных законов	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками применения	Обучающийся свободно владеет навыками применения основных законов

	тепломассообмена, необходимых при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	термодинамики и теплообмена, необходимых при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	основных законов термодинамики и теплообмена, необходимых при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	термодинамики и теплообмена, необходимых при разработке технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования
--	---	--	---	--

3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Круглов, Г. А. Проектирование отопительно-вентиляционной системы животноводческого помещения [Текст] : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, М. В. Андреева ; ЧГАА. — Челябинск: ЧГАА, 2014. — 100 с
2. Булгакова Р. И. Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию "Отопление и вентиляция животноводческого помещения" [Электронный ресурс]: рукопись / Булгакова Р. И.; ЧГАА - Челябинск: Б.и., 2013 - 53 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/9.pdf>.
3. Круглов Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова - Москва: Лань, 2012 - 208 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3900.
4. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Термодинамика и теплопередача" [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки специалистов: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Форма обучения - очная, заочная / сост.: О. А. Гусева, Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 68 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/66.pdf>.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций по дисциплине «Термодинамика и теплопередача», приведены применительно к каждому из

используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

4.1.1. Устный ответ на практическом занятии

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и/или темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none">- обучающийся полно усвоил учебный материал;- показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией;- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;- демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности;- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none">- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;- в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none">- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2	<ul style="list-style-type: none">- не раскрыто основное содержание учебного материала;

(неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.
-----------------------	--

4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание и форма отчета по лабораторным работам приводится в методических указаниях к лабораторным работам (п. 3 ФОС). Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Отчет оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать физические законы, явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность решать задачи.
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - осознанное применение теоретических знаний для описания физических законов, явлений и процессов, решения конкретных задач, проведения и оценивания результатов измерений, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала неполно, непоследовательно, - неточности в определении понятий, в применении знаний для описания физических законов, явлений и процессов, решения конкретных задач, проведения и оценивания результатов измерений, - затруднения в обосновании своих суждений; - обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать физические законы, явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

4.1.3. Инновационные формы образовательных технологий

Дискуссия – это метод обсуждения и разрешения спорных вопросов. В настоящее время она является одной из важнейших форм образовательной деятельности, стимулирующей инициативность учащихся, развитие рефлексивного мышления.

Цель технологии проведения учебных дискуссий: развитие критического мышления обучающихся, формирование их коммуникативной и дискуссионной культуры.

Критерии оценки участия в учебных дискуссий доводятся до сведения студентов в начале занятий. Оценка объявляется студенту непосредственно после проведения дискуссии.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> - студент полно усвоил учебный материал; проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления, публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации; - материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; - показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; - продемонстрирована сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответов.
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии;

	- при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - плагиат.

Примерные темы учебных дискуссий:

1. Теплотехника, термодинамика: определения, связь с другими науками - математикой, физикой, химией, аэродинамикой.

2. Рабочее тело, идеальные и реальные газы. Основные и дополнительные параметры состояния рабочего тела, их единицы измерения.

3. Способы задания газовых смесей: массовыми, объемными долями; плотность смеси; газовая постоянная смеси. Закон Дальтона.

4. Теплоемкость газов: массовая, объемная, мольная, истинная, средняя, при постоянном давлении, при постоянном объеме. Показатель адиабаты.

5. Термодинамический процесс: определение, математическое описание, изображение в PV- и TS координатах. Равновесные, неравновесные, обратимые, необратимые процессы.

6. Методы изучения термодинамических процессов: аналитический и графический. Способы вычисления работы и энергии в виде теплоты при протекании термодинамического процесса.

7. Изучаемые в термодинамике процессы: условия протекания и математические зависимости.

4.1.4. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Тестирование	
1.	<p>1. Газ, у которого отсутствуют силы сцепления между молекулами, а сами молекулы представляют собой материальные точки, не имеющие объема, называется:</p> <p>a) Идеальным. b) Реальным. c) Сжиженным.</p> <p>2. Как называется закон, выражающийся уравнением</p> $\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2} ?$ <p>a) Гей-Люссака. b) Бойля-Мариота. c) Шарля.</p>	<p>ОПК-4 способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой</p>

	<p>3. Различаются ли теплоемкость при постоянном объеме C_v и при постоянном давлении C_p?</p> <p>a) Да. b) Нет. c) Незначительно.</p> <p>4. Что выражает первый закон термодинамики?</p> <p>a) <i>Связь между изменением внутренней энергии тела в каком-либо термодинамическом процессе и энергией, переданной в форме тепла и работы в этом процессе.</i> b) Закон Фурье. c) Закон Авогадро.</p> <p>5. Как называется процесс изменения состояния газа, выражаемый уравнением $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$?</p> <p>a) <i>Изохорным.</i> b) Изобарным. c) Изотермическим.</p> <p>6. Как называется величина равная сумме внутренней энергии (U) + произведенная газом работа (Pv)?</p> <p>a) <i>Энтальпией.</i> b) Энтропией. c) Потенциалом.</p> <p>7. Как называется процесс изменения состояния газа, когда отсутствует теплообмен между газом и окружающей средой?</p> <p>a) <i>Адиабатным.</i> b) Политропным. c) Изобарным.</p>	<p>профессиональн й деятельности</p>
<p>2.</p>	<p>1. Из каких процессов состоит цикл Карно?</p> <p>a) <i>Изотермических и адиабатных.</i> b) Политропных и изобарных. c) Изохорических и политропных.</p> <p>2. Как называется изменение количества влаги на 1 кг сухого воздуха, находящегося во влажном воздухе?</p> <p>a) <i>Влагосодержанием.</i> b) Абсолютной влажностью. c) Относительной влажностью.</p> <p>3. К скольким видам можно свести циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания, имеющих различные принципы работы?</p> <p>a) <i>К трем: 1. циклы с подводом к газу теплоты при постоянном объеме; 2. циклы с подводом теплоты при постоянном давлении; 3. циклы с подводом теплоты сначала при постоянном объеме, а затем при постоянном давлении – смешанные циклы.</i> b) К двум: 1. циклы с подводом к газу теплоты при постоянном объеме; 2. циклы с подводом теплоты при постоянном давлении. c) К одному: 1. циклы с подводом к газу теплоты при постоянном объеме.</p> <p>4. При каком процессе сжатия результирующая работа компрессора за один оборот вала будет минимальной?</p> <p>a) <i>Изотермическом.</i> b) Адиабатном.</p>	<p>ПК-10 способностью разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортнотехно логических средств и их технологического и оборудования</p>

	с) Политропном. 12. Как распространяется тепло внутри твердых тел? а) Теплопроводностью. б) Конвекцией. в) Излучением. 5. Как осуществляется передача тепла при ламинарном движении жидкости? а) Теплопроводностью. б) Конвекцией. в) Излучением. 6. Какой случай теплообмена выражает закон Стефана-Больцмана. а) Излучением. б) Конвекцией. Теплопроводностью.	
--	--	--

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

Тестовые задания, используемые для оценки качества дисциплины с помощью информационных технологий, приведены в РПД: «10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем» - MyTestXPRo 11.0

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса и задача.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более восьми обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена обучающийся выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи.
Оценка 4 (хорошо)	полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных ошибок в решении задачи, или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса.
Оценка 3 (удовлетворительно)	знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене и в решении задачи.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы и в решении задачи.

Вопросы к экзамену 6 семестр

1. Теплотехника, термодинамика: определения, связь с другими науками - математикой, физикой, химией, аэродинамикой.
2. Рабочее тело, идеальные и реальные газы. Основные и дополнительные параметры состояния рабочего тела, их единицы измерения.
3. Способы задания газовых смесей: массовыми, объемными долями; плотность смеси; газовая постоянная смеси. Закон Дальтона.
4. Теплоемкость газов: массовая, объемная, мольная, истинная, средняя, при постоянном давлении, при постоянном объеме. Показатель адиабаты.
5. Термодинамический процесс: определение, математическое описание, изображение в PV- и TS координатах. Равновесные, неравновесные, обратимые, необратимые процессы.
6. Методы изучения термодинамических процессов: аналитический и графический. Способы вычисления работы и энергии в виде теплоты при протекании термодинамического процесса.
7. Изучаемые в термодинамике процессы: условия протекания и математические зависимости.

8. Круговой процесс (цикл): определение; изображение в PV и IS координатах; работа; коэффициент полезного действия, условия осуществления цикла.
9. Первый закон термодинамики: определение; математическое выражение. Внутренняя энергия идеального газа, ее измерение, энтальпия.
10. Внутренняя энергия и энтальпия: определения, условия схождения и различия. Закон Манера
11. Второй закон термодинамики: определение, математическое выражение. Понятие энтропии, как параметра состояния, зависимости значения и изменения внутренней энергии и энтропии в процессе; внешняя работа.
12. Изохорный процесс: определение; изображение в PV- и TS -координатах; изменение внутренней энергии и энтропии в процессе; внешняя работа
13. Изобарный процесс: определение; работа расширения; изображение в PV- и TS -координатах; взаимное расположение изобары и изохоры в TS -координатах; изменение энтропии.
14. Изотермический процесс: определение: изображение в PV и TS -координатах; работа расширения, изменение энтропии.
15. Адиабатный процесс: определение; аналитическое выражение первого закона термодинамики для адиабатного процесса; показатель адиабаты; уравнение адиабаты; работа газа в адиабатном процессе; изображение в PV- и IS координатах. Взаимное расположение адиабаты и изотермы в PV -координатах.
16. Политропный процесс: уравнение политропного процесса; как обобщенный процесс, частными случаями которого являются процессы изотермический, изобарный, изохорный и адиабатный.
17. Цикл Карно: прямой в PV- и TS - координатах; работа цикла; коэффициент полезного действия. Недостижимые условия, при которых КПД цикла Карно мог бы быть равен единице.
18. Обратный цикл Карно: условия функционирования, изображение в PV- и IS координатах; холодильный коэффициент цикла.
19. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом тепла; изображение в PV- и TS - координатах; характеристика цикла (степень сжатия ϵ , степень повышения давления λ); КПД цикла; количество подведенного и отведенного тепла; работа цикла.
20. Цикл двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом тепла: изображение в PV- и IS координатах; КПД цикла; количество подведенной и отведенной теплоты; работа цикла; характеристика цикла (степень сжатия v , степень повышения давления X , степень предварительного расширения p).
21. Цикл двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом тепла: изображение в PV и TS координатах; КПД цикла; количество подведенной и отведенной теплоты.
22. Рабочий цикл реального двигателя внутреннего сгорания: индикаторная диаграмма четырехтактного карбюраторного ДВС в PV -координатах; описание цикла; отличие от идеального цикла.
23. Цикл газотурбинной установки с изобарным подводом тепла: определение; изображение в PV и TS - координатах; описание работы; КПД цикла.
24. Цикл идеального компрессора: определение компрессора; схема устройства; диаграмма в PV- и TS - координатах; процессы сжатия; работа цикла; теоретическая мощность двигателя для привода компрессора.
25. Действительная индикаторная диаграмма одноступенчатого компрессора в PV -координатах; ее отличие от теоретической; объемной КПД реального компрессора; зависимость КПД от создаваемого давления.
26. Диаграмма многоступенчатого поршневого компрессора в PV- и TS -координатах. Причины использования многоступенчатых поршневых компрессоров.
27. Цикл и схема воздушно компрессорной холодильной установки; теоретический цикл в PV-и TS координатах; холодильный коэффициент цикла; удельная работа, затраченная в цикле; теоретическая мощность привода компрессора.

28. Тепловой насос: определение; принцип работы; отопительный коэффициент; отличие от холодильной установки.
29. Физическое состояние вещества: агрегатное состояние; фазовый переход; кривые фазовых переходов вещества в pT - координатах; тройная точка.
30. Парообразование: процесс парообразования в PV - координатах; зоны различных агрегатных состояний; удельная теплота жидкости; нижняя пограничная кривая; степень сухости пара; верхняя пограничная кривая; сухой насыщенный пар; перегретый пар.
31. Парообразование в TS - координатах; нижняя и верхняя пограничные кривые; критическая точка; удельная теплота жидкости; теплота парообразования; площади на диаграмме, соответствующие энтальпиям перегретого и сухого насыщенного пара.
32. Парообразование: диаграмма водяного пара в is - координатах.
33. Цикл Ренкина паросиловой установки в PV - и TS координатах; схема паросиловой установки; описание работы установки; КПД цикла; удельный расход пара на выработку 1 кВт*ч электроэнергии; определение энтальпии пара в процессах цикла Ренкина в is - координатах.
34. Цикл паровой компрессорной, холодильной установки: схема установки; изображение цикла в PV - и TS - координатах; холодильный коэффициент; работа, затраченная на осуществление цикла.
35. Влажный воздух: определение; диаграмма агрегатного состояния воды во влажном воздухе в PV - координатах; агрегатные состояния воды в воздухе; насыщенный и ненасыщенный воздух.
36. Характеристики влажного воздуха: абсолютная влажность; относительная влажность; молярное влагосодержание; влагосодержание; степень насыщения.
37. Параметры влажного воздуха: масса влажного воздуха; объем влажного воздуха; плотность; удельный объем; температура; давление; молярная масса.
38. Термовлажностные характеристики влажного воздуха: удельная массовая изобарная теплоемкость; удельная энтальпия.
39. id - диаграмма влажного воздуха: связь влагосодержания, удельной энтальпии, температуры, относительной влажности и парциального давления водяных паров; определение температуры точки росы и мокрого термометра; определение относительной влажности по температурам сухого и мокрого термометров
40. Основные понятия и определения в теории теплообмена: стационарное и нестационарное тепловое поле; изотермическая поверхность; тепловой поток; плотность теплового потока.
41. Способы распространения теплоты: теплопередача или теплообмен; теплопроводность; конвекция; тепловое излучение.
42. Теплопроводность: определение; закон Фурье; коэффициент теплопроводности; стационарная теплопроводность в плоской стенке (однослойной и многослойной); термическое сопротивление плоской однослойной стенки.
43. Конвекционный теплообмен: теплоотдача; поверхность теплообмена; закон Ньютона-Рихмана; коэффициент теплоотдачи конвекции; внешнее термодинамическое сопротивление.
44. Лучистый теплообмен: определение; закон Стефана-Больцмана; коэффициент лучистого теплообмена.
45. Теплопередача: определение; стационарный процесс теплопередачи через наружную ограждающую конструкцию; уравнение теплопередачи; коэффициент теплопередачи; сопротивление теплопередаче ограждения.
46. Топливо: определение; классификация по агрегатному состоянию, происхождению; состав; высшая и низшая теплота сгорания; условное топливо.
47. Горение топлива: определение; схемы организации топочных процессов и их характеристики: коэффициент избытка воздуха.

48. Состав котельной установки; простейшая схема отопительной котельной; классификация котельных установок по производимому теплоносителю, по роду сжигаемого топлива, по характеру удовлетворяемого теплотребителей

49. Типы газотрубных котлов и их конструкций: цилиндрические (конструкции Паппена); жаротрубные; дымогарные; жаротрубно-дымогарные; паровые и водогрейные.

50. Водотрубные котлы: особенности конструкций; преимущества; схемы горизонтального и вертикального парового котла

51. Тепловой баланс котельного агрегата; составляющие теплового баланса; КПД котельного агрегата, пути его повышения.

52. Вспомогательное оборудование котельных установок: пароперегреватели, схемы их включения; рекуперативные и регенеративные воздухонагреватели; экономайзеры; тягодутьевые устройства.

53. Водоподготовка: определение; примеси в природной воде; негативное влияние примесей на работу котла; методы освобождения воды от различных примесей.

54. Отопление: определение; тепловой баланс зданий; структура теплопотерь и теплопоступлений.

55. Общие требования, предъявляемые к системам отопления; принципиальная схема системы отопления; выбор теплоносителя для отопления.

56. Воздушное отопление: область применения; преимущества и недостатки по сравнению с другими видами отопления; классификация воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией.

57. Вентиляция: определение; решаемые задачи; классификация видов и систем вентиляции; естественная вентиляция - располагаемое давление.

58. Методы расчета воздухообмена: по удельным показателям; по кратности, кратность воздухообмена (по притоку и вытяжке); балансовый (расчетный).

59. Расчет вентиляционных сетей: линейные потери давления; местные потери; коэффициент местного сопротивления; коэффициент сопротивления трения; полное, статическое и динамическое давления.

60. Способы сушки: определение сушки; естественная и искусственная; конвективная; кондуктивная; контактная; радиационная; комбинированная.

61. Методы хранения сельхозпродукции; периоды хранения сезонной продукции - лечебный, охлаждения, основной; газовый и температурный режимы в хранилищах

62. Окружающая среда: определение; составляющие окружающей среды; виды загрязнений; составные элементы охраны окружающей среды.

63. Классификация основных методов обезвреживания вредных выбросов в атмосферу: твердых веществ; газообразных веществ.

64. Энергосбережение: структура затрат и потерь при использовании тепла при его производстве, транспортировке и потреблении. Альтернативные источники энергии

