

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 фа-
культета
 С.Д. Шепелёв
« 03 » 09 2016 г.

Кафедра энергообеспечения и автоматизации технологических процессов

Рабочая программа дисциплины

ТЕПЛОТЕХНИКА

Направление подготовки **35.03.06. Агроинженерия**

Профиль **Технология транспортных процессов**

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения – очная

Челябинск
2016

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 20.10.2015 г. № 1172. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.06 Агроинженерия, профиль - Технология транспортных процессов**

Составитель – доктор технических наук, профессор Круглов Г.А.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов

«2» сентября 2016 г. (протокол № 1).

Зав. кафедрой энергообеспечения и автоматизации технологических процессов
профессор, д.т.н.



В.М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией инженерно-технологического факультета

«03» 09 2016 г. (протокол № 1).

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



А.П.Зырянов

Директор научной библиотеки



Е.Л. Лебедева

СОДЕРЖАНИЕ

1	Требования ФГОС ВО к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы бакалавриата	4
1.1	Цель и задачи дисциплины	4
1.2	Требования к результатам освоения дисциплины	4
2	Структура и содержание дисциплины	5
2.1	Содержание дисциплины	5
2.2	Объем дисциплины и виды учебной работы	7
2.3	Распределение учебного времени по разделам и темам	8
2.4	Содержание лекций	8
2.5	Содержание лабораторных занятий	10
2.6	Содержание практических/семинарских занятий	10
2.7	Содержание самостоятельной работы студентов	10
2.8	Инновационные образовательные технологии	10
2.9	Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	11
2.10	Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий	11
2.11	Фонд оценочных средств	11
3	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
3.1	Рекомендуемая литература	11
3.2	Учебно-методические разработки	12
3.3	Средства обеспечения освоения дисциплины	13
3.4	Электронные ресурсы, находящиеся в свободном доступе в сети Интернет	13
4	Материально-техническое обеспечение дисциплины	13
5	Приложение № 1. Фонд оценочных средств	14
6	Лист регистрации изменений	25

1 Требования ФГОС ВО к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы бакалавриата

1.1 Цель и задачи дисциплины

Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Теплотехника» относится к вариативной части Блока 1 (Б1.В.ОД.13) основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль - Технология транспортных процессов

Цель дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия должен быть подготовлен к научно-исследовательской, проектной, производственно-технологической, организационно-управленческой деятельности.

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

Задачи дисциплины

Задачи дисциплины – изучить основные законы термодинамики тепломассообмена, овладеть методами использования тепла в сельском хозяйстве

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент

должен обладать компетенциями

общепрофессиональными:

- способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена (ОПК-4).

В результате изучения дисциплины студент

должен знать:

основные законы термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач;

должен уметь:

использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач;

должен владеть:

навыками описания основных законов термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. 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. Теплота и работа как формы передачи теплоты. 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, p - v -диаграмма. Энтальпия.

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

1.2. Термодинамические процессы

Общее понятие о термодинамическом процессе. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Изображение в координатах p - v и T - s . 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). Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Изображение циклов в p - v - и T - s - диаграммах. Термодинамические и эксергические КПД циклов. Сравнительный анализ циклов ДВС.

Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Цикла с изохорным и изобарным подводом теплоты. Регенеративные циклы ГТУ. Изображение циклов в p - v и T - s 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 - v - и T - s - диаграммах. КПД компрессора.

Цикл холодильных установок. Классификация холодильных установок. Рабочие тела. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессионных установок. Понятие об абсорбционных и пароэжекторных холодильных установках.

Тепловой насос. Принцип работы теплового насоса.

1.4. Водяной пар

Физическое состояние вещества. Процесс парообразования в p - v - и T - s - координатах. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. p - v -, T - s -, h - s - 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 - v -, T - s - диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл.

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 проверочный 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. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания топлива. Условное топливо. Проблемы экономии топлива и пути ее решения. Основы горения и организация сжигания топлива. Расчеты процессов горения различных видов топлива. Теоретическое определение необходимого количества воздуха. Коэффициент избытка воздуха.

Котлы и котельные установки. Основные понятия. Классификация и устройство паровых и водогрейных котлов. 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 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.

3.5 Основы энергосбережения

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

Использование теплоты удаляемого воздуха животноводческих помещений. Утилизационные установки, показатели их работы.

2.2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Дисциплина изучается во 2 семестре. Общая трудоемкость дисциплины распределяется по основным видам учебной работы в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ученым советом ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, следующим образом:

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Контактная работа (всего)	54/1,5
В том числе:	
Лекции	18
Практические/семинарские занятия (ПЗ/СЗ)	18/-
Лабораторные работы (ЛР)	18
Самостоятельная работа студентов (всего)	90/2,5
В том числе:	
Подготовка к практическим/семинарским занятиям	33
Подготовка к лабораторным работам и к защите лабораторных работ	30
Выполнение курсового проекта/курсовой работы	-
Реферат	-
Подготовка к зачету	27
Контроль (подготовка к экзамену)	-
Общая трудоемкость	144/4

2.3. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ те мы	Наименование раздела и темы	Всего		в том числе				Фор- мир. компе- тенции
		час.	%	контактная работа			СРС	
				лек- ции	ЛЗ	ПЗ/С З		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 1. Техническая термодинамика								
1.1	Введение. Основные понятия и определения	9	6	1	2		6	ОПК-4
1.2	Термодинамические процессы	9	6	1	2		6	ОПК-4
1.3	Круговые процессы	16	11	2		8	6	ОПК-4
1.4	Водяной пар. Влажный воздух	12	8	2	2	2	6	ОПК-4
Раздел 2. Теория тепломассообмена								
2.1	Основы теории теплообмена	12	8	2	4		6	ОПК-4
2.2	Основы расчета теплообменных аппаратов	12	8	2	2	2	6	ОПК-4
Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве								
3.1	Котельные установки	12	8	2	4		6	ОПК-4
3.2	Отопление	23	16	2		3	18	ОПК-4
3.3	Вентиляция	27	19	2	2	3	20	ОПК-4
3.4	Охрана окружающей среды	6	5	1			5	ОПК-4
3.5	Основы энергосбережения	6	5	1			5	ОПК-4
	Общая трудоемкость	144	100	18	18	18	90	

2.4 Содержание лекций

№ п/п	Содержание лекции	Продол., час.	Формир. компете- тенции
Раздел 1. Техническая термодинамика			
1	Введение. Основные понятия и определения. Предмет технической термодинамики и ее методы. Рабочее тело. Основные параметры состояния. Смеси рабочих тел. Теплостойкость. Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические процессы. Общее понятие о термодинамическом процессе. Изображение в координатах $p-v$ и $T-s$. Основные термодинамические процессы	2	ОПК-4
2	Круговые процессы. Общее понятие о круговом процессе. Прямой и обратный цикл Карно, их анализ. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Циклы газотурбинных установок. Цикл идеального компрессора. Цикл холодильных установок. Тепловой насос. Принцип работы теплового насоса.	2	ОПК-4
3	Водяной пар. Физическое состояние вещества. Процесс парообразования в $p-v$ и $T-s$ координатах. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и $h-s$ диаграммы. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла $p-v$, $T-s$, $h-s$ диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Влажный воздух. Основные величины, характеризующие состоя-	2	ОПК-4

	ние влажного воздуха. Id- диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов		
Раздел 2. Теория теплообмена			
4	Основы теории теплообмена. Предмет и задачи теории. Виды переноса теплоты. Теплообмен теплопроводностью. Закон Фурье. Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона-Рихмана. Теплообмен излучением. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция.	2	ОПК-4
5	Основы расчета теплообменных аппаратов. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принципы расчета теплообменных аппаратов.	2	ОПК-4
Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве			
6	Котельные установки. Топливо, его виды и характеристики. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания топлива. Условное топливо. Проблемы экономии топлива и пути ее решения. Основы горения и организация сжигания топлива. Расчеты процессов горения различных видов топлива. Теоретическое определение необходимого количества воздуха. Коэффициент избытка воздуха. Котлы и котельные установки. Основные понятия. Классификация и устройство паровых и водогрейных котлов. Теплоносители. Основы теплового расчета котельных агрегатов. Тепловой баланс КПД котельного агрегата. Расход топлива, удельный расход топлива. Вспомогательное оборудование котельных установок.	2	ОПК-4
7	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.	2	ОПК-4
8	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	2	ОПК-4
9	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 Основы энергоснабжения. Основные направления экономии энергоресурсов в агропромышленном комплексе. Повышение эффективности энергетического и энергоиспользующего оборудования. Использование теплоты удаляемого воздуха животноводческих помещений. Утилизационные установки, показатели их работы	2	ОПК-4
	Итого	18	

2.5. Содержание лабораторных занятий

№ п/п.	Наименование лабораторных занятий	Продолж., часов	Формир. компетенции
1	Определение изобарной теплоемкости воздуха	2	ОПК-4
2	Определение холодильного коэффициента	2	ОПК-4
3	Изучение свойств влажного воздуха	2	ОПК-4
4	Определение коэффициента конвективной теплоотдачи	2	ОПК-4
5	Исследование работы воздушно-водяного теплообменника	2	ОПК-4
6	Исследование режима прямого тока в кожухотрубном теплообменнике. Исследование режима противотока в кожухотрубном теплообменнике	2	ОПК-4
7	Изучение тепловой схемы парового котла	2	ОПК-4
8	Изучение тепловой схемы водогрейного котла	2	ОПК-4
9	Способы и средства определения параметров работы вентилятора. Определение рабочей точки вентилятора	2	ОПК-4
	Итого	18	

2.6. Содержание практических занятий/ семинарских занятий

№ п/п .	Наименование практических занятий	Продолж., часов	Формир. компетенции
1	Расчет воздухообмена животноводческих помещений	3	ОПК-4
2	Тепловой баланс животноводческих помещений	4	ОПК-4
3	Аэродинамический расчет вентиляционной сети, выбор вентилятора	4	ОПК-4
4	Расчет калорифера	4	ОПК-4
5	Расчет вытяжной вентиляции	3	ОПК-4
	Итого	18	

2.7. Содержание самостоятельной работы студентов

Содержание вопросов, изучаемых студентами самостоятельно:

№п/п.	Наименование изучаемых тем или вопросов	Продолж., часов	Формир. компетенции
1	Подготовка к практическим, лабораторным работам и к защите лабораторных работ	30	ОПК-4
2	Расчетно-графическая работа «Отопительно-вентиляционная система помещений сельскохозяйственного назначения»	33	ОПК-4
3	Подготовка к зачету	27	ОПК-4
	Итого	90	

2.8 Инновационные образовательные технологии

Вид занятия	Лекции	ЛЗ	ПЗ/СЗ
Формы работы			
Компьютерные симуляции		+	
Анализ конкретных ситуаций	+		+
конференции			+

2.9 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами*

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин		
		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Предшествующие дисциплины				
1	Физика	+	+	+
2	Математика	+	+	+
Последующие дисциплины				
1	Тракторы и автомобили	+	+	+
2	Топливо и смазочные материалы	+	+	+

2.10 Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий				
	Лекции	ЛЗ	ПЗ/СЗ	КР/КП	СРС
ОПК-4	+	+	+/-	-/-	+

2.11. Фонд оценочных средств

Для установления соответствия уровня подготовки студентов требованиям ФГОС ВО, профессиональных стандартов разработан фонд оценочных средств (вопросы для подготовки к зачету и др.). Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

3 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

3.1 Рекомендуемая литература

Основная:

1. Амерханов Р. А. Теплотехника [Текст]: учебник для вузов / Р.А. Амерханов, Б.Х. Драганов. М.: Энергоатомиздат, 2006.- 432 с.
2. 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
3. Круглов Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С.; ЧГАУ. Челябинск: ЧГАУ, 2008.- 229 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/1.pdf>.
4. 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.
5. Синявский Ю. В. Сборник задач по курсу теплотехника [Электронный ресурс]: Москва: ГИОРД, 2010.- 128 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4907.
6. Теплотехника [Текст]: учебник для вузов / В. Н. Луканин [и др.] ; под ред. В. Н. Луканина. М.: Высшая школа, 2006.- 671с.

Дополнительная:

1. Драганов Б. Х. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве [Текст]: Учеб.по инженерным спец.сел.хоз-ва / Б.Х.Драганов,А.В.Кузнецов,С.П.Рудобашта;Под ред.Б.Х.Драганова. М.: Агропромиздат, 1990.- 463с.
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. Рабинович О. М. Сборник задач по технической термодинамике [Текст]: Учеб.пособие для техникумов. М.: Машиностроение, 1969.- 376с.
5. Теплотехника [Текст] / Луканин В.Н.,Шатров М.Г.,Камфер Г.М.и др.:Под ред.Луканина В.Н.. М.: Высшая школа, 2003.- 671с.
6. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства [Текст] / Амерханов Р.А.,Бессараб А.С.,Драганов Б.Х. и др.;Под ред.Б,Х.Драганова. М.: Колос-Пресс, 2002.- 424с.

Периодические издания:

«Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Достижения науки и техники в АПК», «Сельский механизатор»

3.2. Учебно-методические разработки

Учебно-методические разработки имеются на кафедре тепловодогазоснабжения с.х., в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

Раздел дисциплины	Учебно-методические разработки
1	Основные 1. Методические указания к лабораторным работам по технической термодинамике [Текст]: для студентов, обучающихся по направлениям 110300- "Агроинженерия", 110301- "Механизация сельского хозяйства", 110303- "Технология обслуживания и ремонта машин в АПК", 110304- "Энергосбережение" / сост.: В. В. Старших, Г. А. Круглов, Р. И. Булгаков; ЧГАУ. Челябинск: ЧГАУ, 2009.- 71 с. 2. Методические указания к лабораторным работам по технической термодинамике [Электронный ресурс] / сост.: Старших В. В., Круглов Г. А., Булгакова Р. И.; ЧГАУ. Челябинск: ЧГАУ, 2009.- 73 с. Режим доступа: http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/3.pdf
2	Основные 1. Теплопередача [Текст]: методические указания к лабораторным работам / сост.: Р. И. Булгакова [и др.]; ЧГАА. Челябинск: ЧГАА, 2010.- 54 с. 2. Булгакова, Р. И. Проектирование водяных систем теплоснабжения сельских населенных пунктов [Электронный ресурс] / Булгакова Р. И. ; ЧГАУ .— Челябинск: ЧГАА, Б.г. — Библиогр.: с. 164-165 (22 назв.) .— 1,4 МВ .— Режим доступа: http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/10.pdf.

3	Основные 1. Круглов Г. А. Оформление текстовой и графической документации [Текст]: Учебное пособие / Г.А.Круглов, Р.И.Булгакова, Н.Т.Магнитова. Челябинск: ЧГАУ, 2004.- 156с. 2. Методические указания к лабораторным работам по вентиляции [Текст]. Челябинск: Б.и., 2006.- 92 с. 3. Естественная вентиляция [Текст] : учебное пособие / Г. А. Круглов [и др.] ; ЧГАУ .— Челябинск: Б.и., 2006 .— 77 с. 4. 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 5. 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. — С прил. — Библиогр.: с. 47 (12 назв.) .— 0,8 МВ .— Режим доступа: http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/9.pdf.
---	---

3.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Комплекты плакатов по технической термодинамике, теплообменниками, теплоэнергетическим установкам (ТЭУ)
2. Электрифицированные стенды по ТЭУ
3. Макеты ТЭУ

3.4. Электронные ресурсы, находящиеся в свободном доступе в сети Интернет

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <http://csaa.ru>.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>.
3. Учебный сайт <http://test-exam.ru>.
4. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
5. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>

4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Перечень учебных лабораторий кафедры тепловодогазоснабжения сельского хозяйства

1. Лаборатория технической термодинамики
2. Лаборатория ТЭУ и вентиляции
3. Лаборатория холодильной техники

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

текущего контроля и промежуточной аттестации

по дисциплине «Теплотехника»

Направление подготовки **35.03.06** **Агроинженерия**

Профиль **Технология транспортных процессов**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Форма обучения – **очная**

Челябинск

2015

СОДЕРЖАНИЕ

1	Планируемые результаты обучения (показатели сформированности компетенций).....	16
2	Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов контроля.....	16
3	Учебно-методические разработки, используемые для контроля знаний, умений и навыков.....	17
4	Оценочные средства для проведения текущего контроля.....	18
4.1	Устный ответ на практическом/семинарском занятии.....	18
4.2	Отчет по лабораторной работе.....	18
5	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.....	20
5.1	Зачет.....	20

1. Планируемые результаты обучения (показатели сформированности компетенций)*

*Пороговым уровнем считаются ЗУН, полученные в результате освоения предшествующих дисциплин (см. табл. 2.9 Рабочей программы дисциплины) и дисциплин школьного курса.

Контролируемые компетенции	ЗУН		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена	Студент должен знать: основные законы термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Студент должен уметь: использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач	Студент должен владеть: навыками описания основных законов термодинамики и тепломассообмена, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач

2. Соответствие компетенций, формируемых при изучении учебной дисциплины, и видов контроля

Перечень компетенций	Виды контроля по разделам дисциплины		
	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
ОПК-4	- тест; - устный ответ на практическом занятии; - отчет по лабораторной работе; - зачет	- тест; - устный ответ на практическом занятии; - отчет по лабораторной работе; - зачет	- тест; - устный ответ на практическом занятии; - отчет по лабораторной работе; - зачет

3. Учебно-методические разработки, используемые для оценки знаний, умений и навыков

Учебно-методические разработки, в которых представлены вопросы и задачи, используемые для контроля знаний, умений и навыков, приведены в таблице.

Раздел дисциплины	Учебно-методические разработки
1	Основные 1. Методические указания к лабораторным работам по технической термодинамике [Текст]: для студентов, обучающихся по направлениям 110300- "Агроинженерия", 110301- "Механизация сельского хозяйства", 110303- "Технология обслуживания и ремонта машин в АПК", 110304- "Энергосбережение" / сост.: В. В. Старших, Г. А. Круглов, Р. И. Булгаков; ЧГАУ. Челябинск: ЧГАУ, 2009.- 71 с. 2. Методические указания к лабораторным работам по технической термодинамике [Электронный ресурс] / сост.: Старших В. В., Круглов Г. А., Булгакова Р. И.; ЧГАУ. Челябинск: ЧГАУ, 2009.- 73 с. Режим доступа: http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/3.pdf.
2	Основные 1. Теплопередача [Текст]: методические указания к лабораторным работам / сост.: Р. И. Булгакова [и др.]; ЧГАА. Челябинск: ЧГАА, 2010.- 54 с. 2. Булгакова, Р. И. Проектирование водяных систем теплоснабжения сельских населенных пунктов [Электронный ресурс] / Булгакова Р. И. ; ЧГАУ .— Челябинск: ЧГАА, Б.г. — Библиогр.: с. 164-165 (22 назв.) .— 1,4 МВ .— Режим доступа: http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/10.pdf.
3	Основные 1. Круглов Г. А. Оформление текстовой и графической документации [Текст]: Учебное пособие / Г.А.Круглов,Р.И.Булгакова,Н.Т.Магнитова. Челябинск: ЧГАУ, 2004.- 156с. 2. Методические указания к лабораторным работам по вентиляции [Текст]. Челябинск: Б.и., 2006.- 92 с. 3. Естественная вентиляция [Текст] : учебное пособие / Г. А. Круглов [и др.] ; ЧГАУ .— Челябинск: Б.и., 2006 .— 77 с. 4. 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 5. 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. — С прил. — Библиогр.: с. 47 (12 назв.) .— 0,8 МВ .— Режим доступа: http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/9.pdf.

4. Оценочные средства для проведения текущего контроля

4.1. Устный ответ на практическом занятии

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения студентом основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения студентов в начале занятий. Оценка объявляется студенту непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- студент полно усвоил учебный материал; - проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации, навыки описания основных физических законов, явлений и процессов; - материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; - показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; - продемонстрировано умение решать инженерные задачи; - продемонстрирована сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - в решении инженерных задач допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- 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 физических законов, явлений и процессов, решении инженерных задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов; - 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; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении инженерных задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

4.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения студентом основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дис-

циплины. Отчет оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено».

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- 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.
Оценка 4 (хорошо)	- изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - осознанное применение теоретических знаний для описания физических законов, явлений и процессов, решения конкретных физических и инженерных задач, проведения и оценивания результатов измерений, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- изложение материала неполно, непоследовательно, - неточности в определении понятий, в применении знаний для описания физических законов, явлений и процессов, решения конкретных физических и инженерных задач, проведения и оценивания результатов измерений, - затруднения в обосновании своих суждений; - обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

Содержание отчета и критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения студентов в начале занятий. Оценка объявляется студенту непосредственно после сдачи отчета.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	- 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»	- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены инженерные

	задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.
--	--

5. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

5.1. Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения студентом основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится в форме опроса по билетам. Зачет проводится в специально установленном период, предусмотренный учебным планом.

Критерии оценки ответа студента (табл.), а также форма его проведения доводятся до сведения студентов до начала зачета. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

Вопросы к зачету

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 TS 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 TS 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 TS 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 TS координатах; КПД цикла; количество подведенной и отведенной

теплоты; работа цикла; характеристика цикла (степень сжатия v , степень повышения давления λ , 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 теплопо греблей и я.

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

6 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ*

[illegible]

*Данный лист регистрации изменений относится к РПД по теплотехнике