

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"**

Рег. № 000003521



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и воспитательной работе

С.Л. Воробьева

Кафедра энергетики и электротехнологии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Теплофизика

Уровень образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Безопасность технологических процессов и производств  
Очная, заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (приказ № 680 от 25.05.2020 г.)

Разработчики:

Шавкунов М. Л., старший преподаватель

Дресвянникова Е. В., кандидат технических наук, доцент

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2021 года

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - теоретически и практически подготовить будущих бакалавров методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты, выбирать и эксплуатировать необходимое оборудование отраслей промышленности. При этом необходимо особое внимание уделить максимальной экономии теплоэнергетических ресурсов и материалов, интенсификации технологических процессов, выявлению и использованию вторичных энергоресурсов, защите окружающей среды и безопасности людей.

Задачи дисциплины:

- осуществлять контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда работниками предприятия;
- совершенствовать профилактическую работу по предупреждению производственного травматизма, профессиональных и производственно обусловленных заболеваний и улучшению условий труда;
- осуществлять планирование пожарно-профилактической работы на предприятии;
- анализировать состояние пожарной безопасности объектов, технологических процессов, технологического оборудования, продукции и материально-технических ресурсов предприятия;
- разрабатывать мероприятия, направленные на усиление противопожарной защиты и предупреждения пожаров;
- заниматься исследовательской, проектной, организационно-управленческой, производственно-технологической деятельностью в сфере систем защиты человека и территорий, обеспечения устойчивости объектов народного хозяйства в ЧС и ликвидации техногенных аварий и стихийных бедствий, а также методов и средств защиты человека, объектов экономики и среды обитания от опасностей и вредного воздействия последствий ЧС;
- осуществлять контроль за соблюдением на предприятии действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теплофизика» относится к базовой части учебного плана.

Дисциплина изучается на 3 курсе, в 5 семестре.

Изучению дисциплины «Теплофизика» предшествует освоение дисциплин (практик):

Математика;

Химия;

Физика;

Информатика и цифровые технологии.

Освоение дисциплины «Теплофизика» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Гидрогазодинамика;

Обеспечение безопасности в отрасли;

Безопасная эксплуатация объектов теплоснабжения и теплопотребляющих установок;

Надежность технических систем и техногенный риск.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

**- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа.

Студент должен уметь:

выбирать источники информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению; рассматривать различные точки зрения на поставленную задачу в рамках научного мировоззрения и определять рациональные идеи; анализировать задачу, выделяя этапы её решения, действия по решению задачи; получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов.

Студент должен владеть навыками:

исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявлением научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; демонстрацией оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций.

**- УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

юридические основания для организации деятельности и представления её результатов; правовые нормы, предъявляемые к способам решения профессиональных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; правовые нормы для оценки результатов решения задач.

Студент должен уметь:

формулировать задачи в соответствии с целью проекта; определять имеющиеся ресурсы для достижения цели проекта; проверять и анализировать профессиональную документацию; выдвигать инновационные идеи и нестандартные подходы к их реализации в целях реализации деятельности; анализировать нормативную документацию.

Студент должен владеть навыками:

навыками аргументированного отбора и реализации различных способов решения задач в рамках цели проекта; публичного представления результатов решения задач исследования, проекта, деятельности.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Пятый семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
Практические занятия	14	14
Лекционные занятия	16	16
Лабораторные занятия	12	12
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>75</b>	<b>75</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
Экзамен	27	27
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Седьмой семестр	Восьмой семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	

Практические занятия	2	2	
Лекционные занятия	2	2	
Лабораторные занятия	2	2	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>129</b>	<b>102</b>	<b>27</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>9</b>		<b>9</b>
Экзамен	9		9
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

## 5. Содержание дисциплины

### Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Пятый семестр, Всего</b>	<b>117</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>75</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике</b>	<b>51</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>33</b>
Тема 1	Основные понятия и определения.	2	1			1
Тема 2	Первый закон термодинамики.	14	1	2	2	9
Тема 3	Второй закон термодинамики.	9	2	2		5
Тема 4	Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.	13	1	1	2	9
Тема 5	Реальные газы и пары.	13	1	1	2	9
<b>Раздел 2</b>	<b>Основы теплообмена</b>	<b>43</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>27</b>
Тема 6	Стационарная и нестационарная теплопроводность.	15	2	2	2	9
Тема 7	Конвективный теплообмен	20	2	1	4	13
Тема 8	Лучистый теплообмен.	8	2	1		5
<b>Раздел 3</b>	<b>Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>15</b>
Тема 9	Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.	9	2	2		5
Тема 10	Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.	7	1	1		5
Тема 11	Устройства для защиты конструкций от высокой температуры	7	1	1		5

На промежуточную аттестацию отводится 27 часов.

### Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Основные понятия и определения дисциплины "Теплофизика"
Тема 2	Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Математическая запись первого закона термодинамики. Физический смысл.
Тема 3	Второй закон термодинамики. Энтропия. Физический и статистический смысл. Термодинамический анализ прямого и обратного циклов Карно.
Тема 4	Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики. Методы термодинамики. Исследование и оценка энергетических превращений.
Тема 5	. Реальные газы и пары. Термодинамическое уравнение состояния. Теплофизические свойства газов и жидкостей. Термодинамические коэффициенты.
Тема 6	Стационарная теплопроводность. Нестационарная теплопроводность. Методы решения задач теплопроводности.
Тема 7	Теплообмен излучением и теплопроводностью. Тепло- и массообмен при фазовых и химических превращениях. Конвективный теплообмен в ламинарном и турбулентном потоках в однородных и неоднородных средах.
Тема 8	Аналитические и графоаналитические методы расчета массообмена. Гидродинамические закономерности теплообмена при конденсации и кипении.
Тема 9	Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.
Тема 10	Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики. Измерение состава и свойства веществ. Системы промышленного и теплотехнического контроля.
Тема 11	Устройства для защиты конструкций от высокой температуры.

### Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>	<b>135</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>129</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике</b>	<b>62</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>59</b>
Тема 1	Основные понятия и определения.	11,2	0,2			11
Тема 2	Первый закон термодинамики.	12,7	0,4	0,3		12
Тема 3	Второй закон термодинамики.	12,7	0,4	0,3		12
Тема 4	Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.	12,4		0,4		12
Тема 5	Реальные газы и пары.	13			1	12
<b>Раздел 2</b>	<b>Основы теплообмена</b>	<b>38,6</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>	<b>1</b>	<b>36</b>

Тема 6	Стационарная и нестационарная теплопроводность.	13,4	0,4		1	12
Тема 7	Конвективный теплообмен	12,6	0,3	0,3		12
Тема 8	Лучистый теплообмен.	12,6	0,3	0,3		12
<b>Раздел 3</b>	<b>Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль</b>	<b>34,4</b>		<b>0,4</b>		<b>34</b>
Тема 9	Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.	12,4		0,4		12
Тема 10	Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.	11				11
Тема 11	Устройства для защиты конструкций от высокой температуры	11				11

На промежуточную аттестацию отводится 9 часов.

### Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Основные понятия и определения дисциплины "Теплофизика"
Тема 2	Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Математическая запись первого закона термодинамики. Физический смысл.
Тема 3	Второй закон термодинамики. Энтропия. Физический и статистический смысл. Термодинамический анализ прямого и обратного циклов Карно.
Тема 4	Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики. Методы термодинамики. Исследование и оценка энергетических превращений.
Тема 5	. Реальные газы и пары. Термодинамическое уравнение состояния. Теплофизические свойства газов и жидкостей. Термодинамические коэффициенты.
Тема 6	Стационарная теплопроводность. Нестационарная теплопроводность. Методы решения задач теплопроводности.
Тема 7	Теплообмен излучением и теплопроводностью. Тепло- и массообмен при фазовых и химических превращениях. Конвективный теплообмен в ламинарном и турбулентном потоках в однородных и неоднородных средах.
Тема 8	Аналитические и графоаналитические методы расчета массообмена. Гидродинамические закономерности теплообмена при конденсации и кипении.
Тема 9	Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.
Тема 10	Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики. Измерение состава и свойства веществ. Системы промышленного и теплотехнического контроля.
Тема 11	Устройства для защиты конструкций от высокой температуры.

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Литература для самостоятельной работы студентов

1. Теплотехника [Электронный ресурс]: практикум к лабораторным работам и самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия», «Теплоэнергетика и теплотехника», «Технология продукции и организация общественного питания», «Техносферная безопасность», очной и заочно, сост. Лекомцев П. Л., Артамонова Л. П., Дресвянникова Е. В., Долговых О. Г., Корепанов А. С. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2020. - 116 с. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=42851>

2. Теплотехника [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия», сост. Лекомцев П. Л., Артамонова Л. П., Дресвянникова Е. В. - Ижевск: , 2016. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=13913>

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)**

#### **Пятый семестр (75 ч.)**

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (20 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Выполнение индивидуального задания (15 ч.)

Выполнение индивидуального задания предусматривает описание и расчет необходимого комплекса мероприятий по заданию преподавателя.

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (20 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Задача (практическое задание) (20 ч.)

Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)**

#### **Всего часов самостоятельной работы (129 ч.)**

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (59 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Задача (практическое задание) (20 ч.)

Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (20 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (30 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

### **7. Тематика курсовых работ(проектов)**

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## 8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

### 8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
УК-1	3 курс,  Пятый семестр	Экзамен	Раздел 1: Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике.
УК-2	3 курс,  Пятый семестр	Экзамен	Раздел 2: Основы теплообмена.
УК-2	3 курс,  Пятый семестр	Экзамен	Раздел 3: Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль.

### 8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Базовый уровень:

Пороговый уровень:

Уровень ниже порогового:

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

### 8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля

Раздел 1: Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Какие величины называют термодинамическими параметрами?

2. На каких законах основан вывод уравнения Клапейрона-Менделеева?
3. Формулировка первого закона термодинамики?
4. Объяснить смысл всех величин, входящих в уравнение Майера.
5. Основные формулировки второго закона термодинамики.
6. Физический смысл энтропии.
7. Как графически изображаются на  $p$ - $v$  диаграмме изохора, изобара, изотерма и адиабата?
8. Чем отличаются реальные газы от идеальных?
9. Как изображаются основные процессы влажного воздуха на  $i$ - $d$  диаграмме?

#### Раздел 2: Основы теплообмена

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

1. Что называется температурным полем?
2. Что называется теплопроводностью?
3. Уравнение Фурье для трехмерного температурного поля.
4. Что называется конвективным теплообменом?
5. Число Рейнольдса и его применение.
6. Уравнение Ньютона-Рихмана для теплообмена.
7. Что называется коэффициентом поглощения, отражения и пропускания?
8. Закон Стефана-Больцмана.
9. Теплообмен излучением между параллельными пластинами.

#### Раздел 3: Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

1. Что такое сложный теплообмен?
2. Классификация теплообменных аппаратов.
3. Как рассчитывают поверхность нагрева отопительных приборов?
4. Назовите устройства используемые для измерения температуры различных тел.
5. Предназначение расходомеров?
6. Удельный расход энергии при технологическом процессе.
7. С какой целью необходимо защищать конструкции от воздействия температур?
8. Что такое огнестойкость?
9. Классификация зданий по степени огнестойкости?

### 8.4. Вопросы промежуточной аттестации

#### Пятый семестр (Экзамен, УК-1, УК-2)

1. Основные понятия технической термодинамики. Термодинамическая система. Термодинамическое состояние. Термодинамический процесс.
2. Параметры состояния. Уравнение состояния.
3. Работа и теплота в термодинамическом процессе.
4. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Связь между массовой, мольной и объемной; изобарной и изохорной теплоемкостями.
5. Газовые смеси. Закон Дальтона. Кажущаяся молярная масса. Газовая постоянная смеси.
6. Первый закон термодинамики. Формулировка и математическое выражение. Физическая сущность величин, входящих в уравнение 1-го начала термодинамики.
7. Внутренняя энергия, ее изменение в термодинамическом процессе для идеального газа.
8. Уравнение Майера. Физический смысл газовой постоянной.
9. Второй закон термодинамики. Основные формулировки. Математическое выражение.

10. Энтропия. Физический смысл. Формулы для вычислений.
11. Связь между энтропией и количеством теплоты в термодинамическом процессе.
12. Прямой цикл Карно. КПД цикла. Его изображение в  $p$ - $v$  координатах.
13. Обратный цикл Карно. Его изображение в  $p$ - $v$  координатах. Коэффициент преобразования энергии и холодильный коэффициент.
14. Энтальпия. Физический смысл и математическое выражение для вычисления энтальпии. Формулировка 1-го закона термодинамики через энтальпию. Физический смысл величин, входящих в математическое выражение.
15. Политропный процесс. Политропная теплоемкость, показатель политропы ее связь между ними. Определение показателя политропы по параметрам в двух точках ТДП.
16. Соотношение параметров в политропном процессе. Изменение  $u$ ,  $i$ ,  $s$  в политропном процессе. Вычисление теплоты и работы в политропном процессе.
17. Частные случаи политропных процессов ( $p=\text{const}$ ,  $v=\text{const}$ ,  $T=\text{const}$ ,  $s=\text{const}$ ).
18. Изотермический процесс. Связь между параметрами ( $p$ ,  $v$ ,  $T$ ) изменение  $u$ ,  $i$ ,  $s$  в процессе. Вычисление теплоты и работы в изотермическом процессе.
19. Изобарный процесс. Связь между параметрами ( $p$ ,  $v$ ,  $T$ ); изменение  $u$ ,  $i$ ,  $s$ . Вычисление теплоты и работы в процессе.
20. Изохорный процесс. Связь между параметрами ( $p$ ,  $v$ ,  $T$ ); изменение  $u$ ,  $i$ ,  $s$ . Вычисление теплоты и работы в процессе.
21. Адиабатный процесс. Связь между параметрами ( $p$ ,  $v$ ,  $T$ ); изменение  $u$ ,  $i$ ,  $s$ . Вычисление теплоты и работы в процессе.
22. Термодинамика потока. Основные понятия. Уравнение неразрывности. Уравнение импульсов.
23. Первый закон термодинамики для потока вещества. Уравнение энергии.
24. Реальные газы. Их общие свойства.  $h$ - $D$  диаграмма реального газа.
25. Процесс парообразования, его представление на  $p$ - $v$ - и  $T$ - $s$ - диаграммах. Степень сухости.
26. Параметры кипящей жидкости ( $u$ ,  $i$ ,  $s$ ). Параметры сухого насыщенного пара ( $u$ ,  $i$ ,  $s$ ).
27. Теплота парообразования. Первый закон термодинамики для парообразования.
28. Влажный насыщенный пар и его параметры ( $u$ ,  $i$ ,  $s$ ). Перегретый пар и его параметры ( $u$ ,  $i$ ,  $s$ ).  $h$ - $s$ -диаграмма для водяного пар
29. Влажный воздух. Основные понятия и определения. Характеристики влажного воздуха.  $h$ - $d$  диаграмма влажного воздуха. Ее применение.
30. Теплопроводность. Закон Фурье.
31. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
32. Основы теории подобия. Критерии  $Nu$ ,  $Gr$ ,  $Pr$ ,  $Re$ .
33. Применение теории подобия для решения задач конвективного теплообмена. Критериальное уравнение для свободной конвекции.
34. Теплообмен излучения. Закон Стефана-Больцмана.
35. Теплопередача через плоскую многослойную стенку. Коэффициент теплопередачи. Термические сопротивления.
36. Расчет теплообменных аппаратов.
37. Сушка. Основные понятия. Формы связи влаги с материалом. Способы искусственной сушки.
38. Характеристика влажного материала и агента сушки. Кинетика процесса сушки.

**8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

## **9. Перечень учебной литературы**

1. Стоянов Н. И., Смирнов С. С., Смирнова А. В. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен) [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 270800.62 - Строительство, - Ставрополь: , 2014. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/304188>

2. Дьяконов В. Г., Лонцаков О. А. Основы теплопередачи [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов всех форм обучения, изучающих дисциплину "Основы теплопередачи", - Казань: , 2011. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/229709>

3. Остриков А. Н., Логинов А. В., Попов А. С., Болгова И. Н. Расчет и проектирование теплообменников [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов, - Воронеж: , 2011. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/195817>

4. Ануфриенко О. С. Техническая термодинамика и тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие, - Орск: Изд-во Орского гуманитарно-технологического института, 2011. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/233740>

5. Теплотехника [Электронный ресурс]: практикум к лабораторным работам и самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия», «Теплоэнергетика и теплотехника», «Технология продукции и организация общественного питания», «Техносферная безопасность», очной и заочно, сост. Лекомцев П. Л., Артамонова Л. П., Дресвянникова Е. В., Долговых О. Г., Корепанов А. С. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2020. - 116 с. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=42851>

6. Теплотехника [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия», сост. Лекомцев П. Л., Артамонова Л. П., Дресвянникова Е. В. - Ижевск: , 2016. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=13913>

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. <http://portal.izhgsha.ru/> - Интернет-портал ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2. <http://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»
3. <http://ebs.rgazu.ru> - ЭБС AgriLib
4. [moodle.izhgsha.ru](http://moodle.izhgsha.ru) - Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

#### **11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)**

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов

оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
--------------	---------------------------------------

Лекционные занятия	<p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п.</p> <p>Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
Лабораторные занятия	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p>

	<p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p>

Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач (при наличии);
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

### **Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

## **12. Перечень информационных технологий**

Информационные технологии реализации дисциплины включают

### **12.1 Программное обеспечение**

1. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Mathcad Education - University Edition. Договор № 16/092-1(95ГК/16) от 01.06.2016 г.
3. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор №КмК-19-0218 от 09.12.2019 г. Договор №КмК-20-0160 (133-ГК/20) от 08.09.2020 г.

### **12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Не используется.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, Лабораторные стенды
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.