

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Арженовский Александр Григорьевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 12.05.2024 13:07:59

Уникальный программный ключ:

3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина



А.Г. Арженовский

« 23 »

09

2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.01.08 ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОТЫ В АПК**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Инжиниринг теплоэнергетических систем

Курс 3, 4

Семестр 6, 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024



Разработчики: Нормов Д.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Канатников Ю.А., ст. преподаватель

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Кукушкина Т.С., ассистент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Рецензент: Андреев С.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«11» сентября 2024 г.

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко, протокол № 2 от «11» сентября 2024 г.

И.о. зав. кафедрой Нормов Д.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«11» сентября 2024 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии института механики и энергетики

имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Протокол № 2 от «23» сентября 2024 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой «Электроснабжение и теплоэнергетика имени академика И.А. Будзко»

Нормов Д.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«11» сентября 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	19
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	22
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	33
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	33
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	33
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	33
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	34
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	35
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	36
ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ.....	36
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	36



## АННОТАЦИЯ

### рабочей программы учебной дисциплины

#### **Б1.В.01.08 «Применение теплоты в АПК» для подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленности «Инжиниринг теплоэнергетических систем»**

#### **Цель освоения дисциплины научиться:**

- приобретение студентами умений и навыков осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий с использованием информационных технологий, современных цифровых инструментов Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech;
- разрабатывать с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлении коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемая участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируется следующая компетенция: ПКос-1 (индикаторы достижения компетенций: ПКос-1.1).

**Краткое содержание дисциплины:** Назначение трансформаторов теплоты. Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Перспективы развития установок трансформации теплоты. Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов теплоты. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов. Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов теплоты. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах ( $T-S$ ,  $h-lgr$ ). Одноступенчатые и многоступенчатые трансформаторы теплоты. Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов теплоты. «Тепловые насосы». Схемы и метод расчета. Реальные процессы работы многоступенчатых и каскадных трансформаторов теплоты и тепловых насосов. Особенности процессов газовых трансформаторов теплоты. Преимущества и недостатки газовых установок. Основные показатели. Схемы и реальные процессы работы газовых трансформаторов теплоты.

Особенности режимов работы абсорбционных трансформаторов теплоты, позволяющие использовать нетрадиционные и вторичные энергоресурсы. Принципиальные схемы струйных трансформаторов теплоты. Принцип работы прямотруйных трансформаторов теплоты. Метод расчета. Вихревые трансформаторы теплоты, их особенности и преимущества. Принципиальная схема и процесс работы. Характеристика вихревой трубы. Термоэлектрические трансформаторы теплоты. Эффект Пельтье. Схема и метод расчета полупроводниковых термоэлементов и полупроводниковых микрохолодильников для систем термостабилизации.

Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции. Расчет требуемого расхода воздуха. Вентиляторы и их выбор. Тепловой баланс помещения. Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования.

Системы воздухораспределения. Оборудование для очистки и тепловлажностной обработки воздуха. Характеристика систем отопления. Общие сведения об отопительных приборах. Теплопроводы в системах отопления. Системы водяного отопления. Системы парового отопления. Системы воздушного отопления. Панельно-лучистое отопление. Электрическое отопление. Энергосбережение в системах отопления.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 324 часа/9 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой (6 семестр), экзамен (7 семестр).

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения Б1.В.01.08 «Применение теплоты в АПК»:

- студентами умений и навыков в области технических решений направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий;
- осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий с использованием информационных технологий;
- готовности к производственно-технологической профессиональной деятельности с использованием современных программных средств подготовки конструкторско-технологической документации, информационных технологий, современных цифровых инструментов Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлении коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Применение теплоты в АПК» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана обязательной части блока Б1.В.01.08. Дисциплина «Применение теплоты в АПК» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем». Согласно учебному плану изучается в шестом семестре.

Предшествующими дисциплинами являются курсы: Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (3 курс, 5 семестр), Основы водоподготовки (3 курс, 5 семестр), Техническая термодинамика (3 курс, 5 семестр), Начертательная геометрия и инженерная графика (2 курс, 3 семестр), Теоретическая механика (2 курс, 3 семестр), Прикладная механика (2 курс, 4 семестр).

Сопутствующими дисциплинами являются курсы: Процессы и аппараты (3 курс, 6 семестр), Источники и системы теплоснабжения предприятий (3 курс, 5 семестр).

Дисциплина «Применение теплоты в АПК» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Тепломассообменное оборудование предприятий (4 курс, 7 семестр), Источники и системы теплоснабжения предприя-

тий (4 курс, 7 семестр), Системы отопления и вентиляции (4 курс, 8 семестр), Тепловые двигатели и нагнетатели (4 курс, 7 семестр).

Особенностью дисциплины «Применение теплоты в АПК» является то, что сформированные компетенции у обучающихся на предшествующих курсах влияют на освоение компетенций обучающимися по данной дисциплине.

Рабочая программа дисциплины «Применение теплоты в АПК» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, в том числе цифровых, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКос-1	Способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий с использованием цифровых технологий	ПКос-1.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство систем отопления и вентиляции зданий с их применением с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, Power Point);</li> <li>- основное оборудование систем отопления, вентиляции, принципы его работы, технические характеристики трубопроводов систем отопления с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, Power Point);</li> <li>- особенности режимов работы различных систем отопления и пути повышения их эффективности с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, Power Point);</li> <li>- методы, приемы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать элементы теплотехнического оборудования, определять тепловые потери, применять полученные знания для определения, формулирования и решения технологических задач, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint);</li> <li>- пользоваться принципами разработки технических решений и технологий в профессиональной с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint);</li> <li>- выбирать современное энерго- и ресурсосберегающее технологическое оборудование для систем отопления и вентиляции с помощью со-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками проведения типовых расчетов теплоэнергетического и теплотехнического оборудования; навыками расчета и проектирования систем отопления и вентиляции зданий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab);</li> <li>- способностью разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в системах отопления и вентиляции с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint; Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom</li> </ul>

				направленные на энерго- и ресурсосбережение с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, Power Point)	временных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)	
--	--	--	--	--	---	--



## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач. ед. (324 часа), их распределение по видам работ в 6 семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 6 семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в семестрах	
		№ 6	№ 7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>324</b>	<b>108</b>	<b>216</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>105,75</b>	<b>80,35</b>	<b>70,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>105,75</b>	<b>80,35</b>	<b>70,4</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	50	16	34
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	50	32	18
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	48	32	16
<i>консультация перед экзаменом</i>	2		2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,75	0,35	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>130,65</b>	<b>27,65</b>	<b>103</b>
<i>Расчетно-графическая работа (подготовка)</i>	41,05	10,65	30,4
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, и т.д.)</i>	38	8	30
<i>Подготовка к зачету</i>	9	9	
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	42,6		42,6
Вид промежуточного контроля		Зачет с оценкой	Экзамен

### 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПРК	
<b>Раздел 1 Трансформация теплоты</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0,35</b>	<b>27,65</b>
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35				0,35	
<b>Всего за 6 семестр</b>	<b>108,35</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0,35</b>	<b>27,65</b>
<b>Раздел 2 Системы вентиляции и кондиционирования</b>	<b>97</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>8</b>		<b>63</b>
<b>Раздел 3 Системы отопления</b>	<b>74</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>40</b>
<i>Консультации перед экзаменом</i>	2				2	
<i>Контроль (подготовка к экзамену)</i>	42,6					42,6
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4				0,4	

Наименование тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПРК	
Всего за 7 семестр	216	34	18	16	2,4	103
Итого по дисциплине	324	50	50	48	2,75	130,65

## Раздел 1 Трансформация теплоты

**Тема 1.** Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители.

Назначение трансформаторов теплоты. Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Перспективы развития установок трансформации теплоты. Роль трансформаторов теплоты в системах термостабилизации различных объектов. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надежности. Коэффициенты, определяющие эффективность. Целевые коэффициенты и КПД. Характерные зоны искусственного холода.

Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов теплоты. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. Зависимость свойств фреонов от их состава. Определение озон активных фреонов и выбор альтернативных хладагентов.

**Тема 2.** Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки.

Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов теплоты. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах (T- S, h-lag p). Удельные затраты энергии и КПД термотрансформаторов и систем термо стабилизации. Определение коэффициента трансформации  $\mu(f)$  и КПД Схемы теплогенерирующих систем на базе тепловых насосов.

**Тема 3.** Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов теплоты. «Тепловые насосы».

Реальные процессы работы многоступенчатых и каскадных трансформаторов теплоты и тепловых насосов. Процессы в термодинамических диаграммах (T- S, h-lgp).

**Тема 4.** Газовые компрессионные трансформаторы теплоты

Особенности процессов газовых трансформаторов теплоты необходимые для условий работы объектов термостабилизации. Преимущества и недостатки газовых установок. Основные показатели. Схемы и реальные процессы работы газовых трансформаторов теплоты. Газовые трансформаторы с регенерацией. Регенераторы газовых установок. Схема включения, конструкции и системы переключения, принцип работы и основные преимущества их применение в системах хладоснабжения. Методы расчета газовых трансформаторов со стационарными процессами. Газовые трансформаторы с разомкнутыми процессами. Газовые установки с нестационарными процессами.

**Тема 5.** Абсорбционные трансформаторы теплоты

Особенности режимов работы абсорбционных трансформаторов теплоты, позволяющие использовать нетрадиционные и вторичные энергоресурсы. Абсорбционные трансформаторы теплоты непрерывного действия. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов теплоты. Двухступенчатые абсорбционные трансфор-

маторы теплоты; принципиальные схемы и основные процессы. Абсорбционные трансформаторы теплоты периодического действия.

**Тема 6.** Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты

Принципиальные схемы струйных трансформаторов теплоты. Принцип работы прямотруйных трансформаторов теплоты. Метод расчета. Характеристики прямотруйных трансформаторов теплоты. Принципиальная схема низкотемпературного холодильника с дроссельно-эжекторной ступенью. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчета, холодильный коэффициент и КПД. Определение эффективности и надежности работы эжекторного холодильника в системах термостабилизации.

Вихревые трансформаторы теплоты, их особенности и преимущества. Принципиальная схема и процесс работы. Характеристика вихревой трубы. Эффект Ранка-Хильша и его зависимость от режимных параметров. Закон квазитвердого вихря и описание процессов перераспределения энергии между центральными и внешними потоками. Методика расчета вихревой трубы. Повышение эффективности вихревой трубы.

Термоэлектрические трансформаторы теплоты. Эффект Пельтье. Схема и метод расчета полупроводниковых термоэлементов и полупроводниковых микрохолодильников для систем термостабилизации. Увеличение интервала рабочих температур, каскадные термобатареи. Эффективность термоэлектрических трансформаторов теплоты. Терромагнитные трансформаторы теплоты.

## **Раздел 2 Системы вентиляции и кондиционирования**

**Тема 7.** Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции.

Микроклимат помещений. Параметры воздуха, благоприятные для самочувствия человека и для проведения технологического процесса. Оптимальные и допустимые температурные условия.

Классификация систем вентиляции и принцип их действия. Естественная (гравитационная) и искусственная (механическая) системы вентиляции. Общеобменная вентиляция, ее характеристика и область применения. Местное общеобменная система вентиляции. Воздушные души, их конструкция и область применения. Воздушный оазис, вытяжные зонты и шкафы, вытяжные панели и камеры, бортовые отсосы Аэрация, ее назначение и область применения. Дефлекторы, их устройство и принцип действия.

**Тема 8.** Расчет требуемого расхода воздуха для вентиляции помещений. Аэродинамический расчет систем вентиляции. Вентиляторы и их выбор.

Нормы и расчет необходимого воздухообмена в помещениях. Расчет расхода воздуха по условиям удаления избытков теплоты, влаги, по массе выделяющихся вредных веществ, по нормируемой кратности воздухообмена. Аэродинамический расчет систем вентиляции. Устройство, принцип действия и основные виды вентиляторов. Аэродинамические характеристики вентиляторов. Выбор вентиляторов.

**Тема 9.** Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования

Расчетные параметры внутреннего воздуха для помещений переработки сырья и производства основных продуктов питания в мясной, рыбной, молоч-



ной и сыродельной промышленности. Справочно-нормативные материалы по выбору расчетных параметров наружного воздуха. Расчетные параметры внутреннего воздуха для ферм, теплиц и других производственно-технологических помещений.

#### **Тема 10. Системы воздухораспределения**

Способы определения: необходимого расхода воздуха исходя из условий, поступающих в помещения; расхода наружного воздуха с учетом санитарных норм, инфильтрации наружного воздуха и воздуха смежных помещений, а также технологических рекомендаций. Примеры расчета по определению расхода и параметров приточного воздуха с учетом тепло- и влагоизбытков, поступающих в производственно-технологические помещения различного назначения (цеха, камеры и т.п.).

**Тема 11. Оборудование для очистки и тепловлажностной обработки воздуха** Основные характеристики систем и воздухораспределительных устройств и методы расчета систем с учетом подачи воздуха компактными и плоскими струями, через перфорированные панели и потолки, перфорированные воздуховоды прямоугольного и круглого сечения, а также через текстильные воздуховоды. Примеры расчета распределения воздуха в случае применения круглых перфорированных воздуховодов серии ВПК (воздухораспределитель перфорированный круглый); текстильных воздуховодов, изготовленных из проницаемого материала, и текстильных перфорированных воздуховодов. Основные виды кондиционеров, применяемых на пищевых предприятиях, а также устройства и методы расчета фильтров, воздухонагревателей, воздухоохладителей, камер орошения и паровых увлажнителей.

### **Раздел 3 Системы отопления**

**Тема 12. Тепловой баланс помещения. Характеристика систем отопления** Теплозащитные свойства ограждений, тепловлажностный режим ограждений, теплотери зданием и тепловыделения в нём, расчетная тепловая мощность системы отопления. Удельная тепловая характеристика здания.

Требования, предъявляемые к отопительной установке. Общая классификация систем отопления. Виды и характеристика теплоносителей. Сопоставление систем отопления и теплоносителей по технико-экономическим, санитарно-гигиеническим и эксплуатационным показателям.

#### **Тема 13. Отопительные приборы. Теплопроводы в системах отопления.**

Классификация отопительных приборов. Требования, предъявляемые к отопительным приборам. Выбор типовых узлов отопительных приборов. Высокоэффективные отопительные приборы в РФ и за рубежом. Выбор, размещение и присоединение приборов к трубам. Коэффициент теплопередачи, плотность теплового потока. Регулирование теплоотдачи отопительных приборов. Современные методы проектирования и расчет отопительных приборов в системах отопления.

Размещение труб систем отопления в зданиях. Компенсация теплового удлинения труб. Уклоны труб. Тепло- и шумоизоляция труб и оборудования. Выбор типовых схем размещения труб. Современная регулирующая и запорно-регулирующая арматура в различных системах отопления. Размещение запорной и регулирующей арматуры в системах отопления.

#### **Тема 14.** Системы водяного отопления.

Классификация систем водяного отопления. Устройство, принцип действия и основные элементы однотрубных, двухтрубных горизонтальных и бифилярных систем водяного отопления. Выбор типовых схем систем отопления. Основные методы гидравлического расчета систем водяного отопления. Порядок гидравлического расчета. Выбор и расчет основного циркуляционного давления. Увязка циркуляционных колец.

**Тема 15.** Системы парового отопления. Системы воздушного отопления. Классификация систем парового отопления, устройство систем парового отопления низкого и высокого давления, гидравлический расчет системы парового отопления.

Схемы местной и центральной системы воздушного отопления. Область применения. Количество и температура приточного воздуха для отопления здания. Методы проектирования теплового и аэродинамического расчета систем местного и центрального воздушного отопления. Воздушно-отопительные установки у открытых проемов здания.

#### **Тема 16.** Панельно-лучистое отопление

Электрическое отопление. Особенности, область применения. Схемы систем панельно-лучистого отопления. Средняя температура поверхности ограждений в помещении. Теплообмен в помещении. Тепловой комфорт в помещении при панельно-лучистом отоплении.

Область применения, классификация и устройство электрических отопительных приборов. Электрическое отопление с помощью теплового насоса. Комбинирование системы электрического отопления.

#### **Тема 17.** Энергосбережение в системах отопления

Снижение энергопотребления при солнечном и геотермальном отоплении. Использование возобновляемых и альтернативных источников теплоты.

### **4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ**

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий  
и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1 Трансформация теплоты</b>				<b>80</b>
	<b>Тема 1.</b> Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители	<b>Лекция № 1</b> Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
	<b>Тема 2.</b> Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки	<b>Лекция № 2</b> Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 1</b> Расчет схемы аммиачной од-	ПКос-1.1	Защита лабораторной ра-	6

№ п/ п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		неступенчатой компрессионной холодильной установки		боты № 1 COUNT.EXE	
		<b>Практическое занятие № 1</b> Построение цикла холодильной машины	ПКос-1.1	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	6/2
		<b>Лекция № 3</b> Схемы и процессы в термодинамических диаграммах ( <i>T-S, h-lag p</i> )	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 2</b> Расчёт схемы одноступенчатой компрессионной холодильной установки, работающей на хладоне R-12	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 2 COUNT.EXE	6
		<b>Практическое занятие № 2</b> Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки	ПКос-1.1	Защита практической работы № 2 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	4
	<b>Тема 3.</b> Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов теплоты, метод расчёта	<b>Лекция № 4</b> Многоступенчатые трансформаторы теплоты и тепловые насосы	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 3</b> Расчёт схемы одноступенчатого парокompрессионного теплового насоса	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 3 COUNT.EXE	6
		<b>Лекция № 5</b> Каскадных трансформаторов теплоты	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 4</b> Влияние режима работы холодильной машины на холодопроизводительность компрессора	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 4 COUNT.EXE	4
		<b>Практическое занятие № 3</b> Расчет цикла теплового насоса	ПКос-1.1	Защита практической работы № 3 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	4



№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 4. Газовые компрессионные трансформаторы теплоты</b>	<b>Лекция № 6</b> Газовые компрессионные трансформаторы теплоты	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Практическое занятие № 4</b> Методы расчета газовых трансформаторов теплоты со стационарными процессами	ПКос-1.1	Защита практической работы № 4 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	6
	<b>Тема 5. Абсорбционные трансформаторы теплоты</b>	<b>Лекция № 7</b> Абсорбционные трансформаторы теплоты	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Практическое занятие № 5</b> Расчет абсорбционного трансформатора теплоты.	ПКос-1.1	Защита практической работы № 5 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	6
	<b>Тема 6. Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты</b>	<b>Лекция № 8</b> Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 5</b> Исследование газовых компрессионных трансформаторов теплоты	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 5 COUNT.EXE	4
		<b>Практическое занятие № 6</b> Расчет струйного трансформатора теплоты	ПКос-1.1	Защита практической работы № 6 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	6
		<b>Лабораторная работа № 6</b> Исследование термоэлектрического трансформатора теплоты	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 6 COUNT.EXE Тестирование <a href="https://sdo.timacad.ru">https://sdo.timacad.ru</a>	6
	<b>Раздел 2 Системы вентиляции кондиционирования</b>				<b>68</b>
	<b>Тема 7. Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции</b>	<b>Лекция № 9</b> Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	ляции				
	<b>Тема 8.</b> Расчет требуемого расхода воздуха. Вентиляторы и их выбор	<b>Лекция № 10</b> Расчет требуемого расхода воздуха. Вентиляторы и их выбор	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 7</b> Расчет воздушных душей на базе тепловых завес	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 7 COUNT.EXE	4
		<b>Практическая работа № 7</b> Расчет требуемого расхода воздуха для вентиляции животноводческого помещения	ПКос-1.1	Защита практической работы № 7 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	6
	<b>Тема 9.</b> Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования	<b>Лекция № 11-12</b> Обработка воздуха в системах кондиционирования	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	4
		<b>Практическая работа № 8</b> Расчет параметров воздуха внутри производственных технологических помещений	ПКос-1.1	Защита практической работы № 8 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	4
	<b>Тема 10.</b> Системы воздухораспределения	<b>Лекция № 13-14</b> Системы воздухораспределения	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	4
		<b>Лабораторная работа № 8</b> Определение необходимого расхода воздуха	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 8 COUNT.EXE	2
	<b>Тема 11.</b> Оборудование для очистки и тепловлажностной обработки воздуха	<b>Лекция № 15-16</b> Оборудование для очистки и тепловлажностной обработки воздуха	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	4
		<b>Лабораторная работа № 9</b> Расчет распределения воздуха	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 9 COUNT.EXE	2
3.	<b>Раздел 3. Системы отопления</b>				
	<b>Тема 12.</b> Тепловой баланс помещения. Характеристика систем отопления	<b>Лекция № 17</b> Тепловой баланс помещения	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Практическая работа № 9</b> Расчет теплового баланса	ПКос-1.1	Защита практической ра-	4

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		животноводческого помещения		боты № 9 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	
		<b>Лекция № 18</b> Классификация систем отопления	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
	<b>Тема 13.</b> Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	<b>Лекция № 19</b> Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 10</b> Исследование отопительных приборов	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 10 COUNT.EXE	4
	<b>Тема 14.</b> Системы водяного отопления	<b>Лекция № 20</b> Классификация, устройство, принцип действия и основные элементы систем водяного отопления	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лекция № 21</b> Основные методы гидравлического расчета систем водяного отопления	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Практическая работа № 10</b> Расчет системы водяного отопления административного здания	ПКос-1.1	Защита практической работы № 10 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	4
	<b>Тема 15.</b> Системы парового отопления. Системы воздушного отопления	<b>Лекция № 22</b> Системы парового отопления. Системы воздушного отопления	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
	<b>Тема 16.</b> Панельно-лучистое отопление. Электрическое отопление	<b>Лекция № 23</b> Электрическое отопление	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лекция № 24</b> Панельно-лучистое отопление	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 11</b> Испытание отопительно-вентиляционного агрегата СФО-20	ПКос-1.1	Защита лабораторной работы № 11 COUNT.EXE Тестирование	4



№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
				<a href="https://sdo.timacad.ru">https://sdo.timacad.ru</a>	
	<b>Тема 17.</b> Энергосбережение в системах отопления	<b>Лекция № 25</b> Энергосбережение в системах отопления	ПКос-1.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 Трансформация теплоты</b>		
1.	<b>Тема 1.</b> Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители	История применения холода. Использование хладоносителей в современных холодильных установках (ПКос-1 (ПКос-1.1))
2.	<b>Тема 2.</b> Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки	Область применения парожидкостных компрессионных холодильных установок (ПКос-1 (ПКос-1.1))
3.	<b>Тема 3.</b> Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов теплоты, метод расчета	Причины перехода к многоступенчатому сжатию. Предел охлаждения каскадных трансформаторов теплоты (ПКос-1 (ПКос-1.1))
4.	<b>Тема 4.</b> Газовые компрессионные трансформаторы теплоты	Газовые установки с нестационарными процессами (ПКос-1 (ПКос-1.1))
5.	<b>Тема 5.</b> Абсорбционные трансформаторы теплоты.	Экономические показатели к применению двухступенчатых абсорбционных трансформаторов теплоты (ПКос-1 (ПКос-1.1))
6.	<b>Тема 6.</b> Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты	Использование вихревых трансформаторов теплоты в медицине. Использование термоэлектрических трансформаторов теплоты в быту (ПКос-1 (ПКос-1.1))
<b>Раздел 2 Системы вентиляции кондиционирования</b>		
7.	<b>Тема 7.</b> Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции	Нормативные документы по расчету вентиляции, определение минимально допустимого сопротивления ограждений (ПКос-1 (ПКос-1.1))
8.	<b>Тема 8.</b> Расчет требуемого расхода воздуха. Вентиляторы и их выбор	Аэродинамический расчет систем вентиляции (ПКос-1 (ПКос-1.1))

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>
9.	<b>Тема 9.</b> Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования	Справочно-нормативные материалы по выбору расчетных параметров наружного воздуха (ПКос-1 (ПКос-1. 1))
10.	<b>Тема 10.</b> Системы воздухораспределения	Способы удаления избытка теплоты и влаги (ПКос-1 (ПКос-1. 1))
11.	<b>Тема 11.</b> Оборудование для очистки и тепловлажностной обработки воздуха	Основные виды кондиционеров, применяемых на пищевых предприятиях, а также устройства и методы расчета фильтров, воздухонагревателей, воздухоохладителей, камер орошения и паровых увлажнителей (ПКос-1 (ПКос-1. 1))
<b>Раздел 3 Системы отопления</b>		
12.	<b>Тема 12.</b> Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	Сопоставление систем отопления и теплоносителей по технико-экономическим, санитарно-гигиеническим и эксплуатационным показателям (ПКос-1 (ПКос-1. 1))
13.	<b>Тема 13.</b> Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	Современная регулирующая и запорно-регулирующая арматура в различных системах отопления. Размещение запорной и регулирующей арматуры в системах отопления (ПКос-1 (ПКос-1. 1))
14.	<b>Тема 14.</b> Системы водяного отопления	Методы гидравлического расчета систем водяного отопления. Увязка циркуляционных колец (ПКос-1 (ПКос-1. 1))
15.	<b>Тема 15.</b> Системы парового отопления. Системы воздушного отопления	Гидравлический расчет система парового отопления (ПКос-1 (ПКос-1. 1))
16.	<b>Тема 16.</b> Панельно-лучистое отопление. Электрическое отопление	Средняя температура поверхности ограждений в помещении. Теплообмен в помещении. Электрическое отопление с помощью теплового насоса. Комбинирование системы электрического отопления (ПКос-1 (ПКос-1. 1))
17.	<b>Тема 17.</b> Отопительные приборы. Теплопроводы в системах отопления	Использование возобновляемых и альтернативных источников теплоты (ПКос-1 (ПКос-1. 1))

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе преподавания дисциплины, для организации условий освоения студентами компетенций, используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной), активные (проблемное обучение, коллективно-групповое обучение) и интерактивные технологии (дистанционная технология, электронное обучение, ТВ-технологии, сетевые технологии), в том числе с применением современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, Power Point), цифровых платформ (Webinar, Zoom, Mentimeter) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, Fotor, SimIn Tech).

Таблица 6

## Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интер-активных образовательных технологий
1.	Тема 1 Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
2.	Тема 2. Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
3.	Тема 3. Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов теплоты, метод расчета	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
4.	Тема 4. Газовые компрессионные трансформаторы теплоты	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
5.	Тема 5. Абсорбционные трансформаторы теплоты	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
6.	Тема 6. Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интер- активных образовательных технологий	
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
7.	Тема 7. Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
8.	Тема 8. Расчет требуемого расхода воздуха. Вентиляторы и их выбор	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
9.	Тема 9. Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
10.	Тема 10. Системы воздухораспределения	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
11.	Тема 11. Оборудование для очистки и тепловлажностной обработки воздуха	ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
12.	Тема 12. Тепловой баланс помещения. Характеристика систем отопления	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))



№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интер-активных образовательных технологий
			PowerPoint))
13.	Тема 13. Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы. (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
14.	Тема 14. Системы водяного отопления	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
15.	Тема 15. Системы парового отопления. Системы воздушного отопления	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
16.	Тема 16. Панельно-лучистое отопление. Электрическое отопление	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
17.	Тема 17. Энергосбережение в системах отопления	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов

## 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Расчетно-графическая работа (РГР)

Студенты выполняют одну расчетно-графическую работу в 6 семестре (РГР № 1), вторую в 7 семестре (РГР № 2). Задания на расчетно-графическую работу выдаются на 2-3 неделях учебного семестра. Формируемые при выполнении РГР компетенции: ПКос-1.1.

**Расчетно-графическая работа № 1** включает в себя расчет температурного режима и цикла холодильной машины

Пример условия одного из типовых вариантов расчетно-графической работы приведен ниже.

Температура в камере,  $t_{\text{кам}} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температура воды  $t_{\text{вд}} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Холодопроизводительность  $Q_0 = 10 \text{ кВт}$ . Хладагент R 134 а.

**Расчетно-графическая работа № 2** включает в себя расчёт калориферной установки, обеспечивающую поддержание требуемого микроклимата в заданном помещении. Формируемые при выполнении РГР компетенции: ПКос-1.1. Контроль над выполнением расчетной работы осуществляется ее проверкой

с индивидуальным опросом. Пример условия одного из типовых вариантов расчетно-графической работы приведен ниже.

Стены наружные: из керамзитобетона (0,36 м); штукатурка цементно-песчаная внутренняя и наружная (15 мм). Полы: асфальт (25 мм), керамзитобетон (0,08 м). Перекрытие: керамзитобетонные плиты (0,12 м); пароизоляция – слой рубероида (1,5 мм) на битумной мастике (4 мм); утеплитель – вата минеральная (0,09 м); выравнивающий слой цементно-песчаный раствор (0,02 м); сверху – покрытие из рубероида в два слоя толщиной (1,5 мм), причем каждый из слоев на битумной мастике (4 мм). На каждой из продольных стен расположено 50 окон размером 0,6х0,8 (двойные, металлический переплет), а на каждой из торцовых стен – по 2 воротам размером 2,4х2 (деревянные, двойные) и 2 окна размером 0,6х0,8 (двойные, металлический переплет). Уборка навоза – транспортерами. Поилки – ПА-1. Установленная мощность для привода электродвигателей  $N_{уст} = 180 \text{ кВт}$

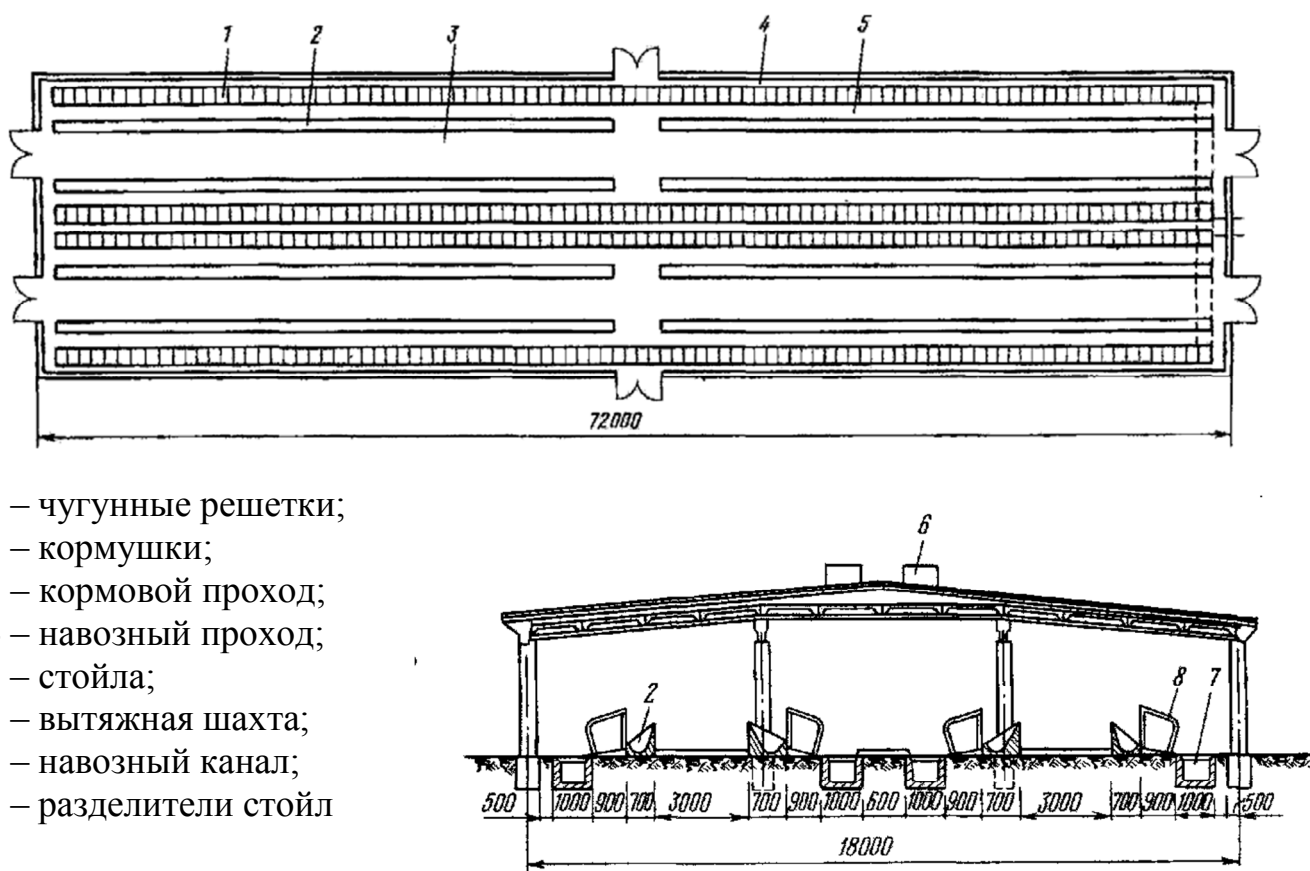


Рис. 1. Здание для откорма КРС на 320 голов

*РГР выполняется в следующей последовательности:*

1. Расчет теплового баланса помещения.
2. Определение избыточной теплоты.
3. Определение общих влаговывделений в помещении.
4. Расчет углового коэффициента тепловлагообмена.
5. Определение температуры приточного воздуха с помощью  $H, d$  – диаграммы влажного воздуха.
6. Подбор калорифер по расходу воздуха и требуемой тепловой мощности.

7. Расчет гидравлического сопротивления системы вентиляции.

8. Выбор вентилятора\

### **Текущее тестирование**

Необходимо для оценки текущей успеваемости и усвояемости изучаемого студентами материала и предполагает проведение двух тестирований в течении каждого учебного семестра. Каждый тест состоит из 10-12 вопросов и содержит 20 вариантов. Тестирование производится письменно на 12 неделе 6 семестра, 8 и 15 неделях семестра 7. Выдержка из примерного билета тестового задания представлена ниже. Формируемые компетенции: ПКос-1.1.

#### **Системы отопления (вариант № 1)**

- 2.1. Температура внутреннего воздуха  $6^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность 80 %. Температура наружного воздуха  $-20^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность 60 %. Луч процесса равен 4000. Определить температуру приточного воздуха.
- 2.2. Теплопроводность слоев пола указана ниже. Какие из этих слоев не являются утепляющими?
  1.  $0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$ ;
  2.  $1,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$ ;
  3.  $0,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$ ;
  4.  $1 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$ ;
  5.  $1,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$ ;
  6.  $0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$ .

#### **Выполнение и защита лабораторных работ**

Лабораторные работы (ЛР) направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины. В результате студент должен знать основные принципы проектирования систем отопления и вентиляции зданий; конструктивные особенности; основные положения законов, составляющие основу расчета холодильных систем и систем отопления и вентиляции; устройство и принцип действия холодильных машин, теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования; уметь применять средства измерения основных теплофизических параметров; использовать нормативные и справочные документы; навыками выполнения исследований, обработки и анализа их результатов.

В курсе «Применение теплоты в АПК» предполагается выполнение 11 лабораторных работ. Формируемые компетенции: ПКос-1.1.

Для допуска к лабораторной работе студент должен представить составленный им в тетради краткий конспект лабораторной работы. Текущий контроль лабораторных отчетов и материалов изучаемой дисциплины осуществляется в виде индивидуального опроса на лабораторных занятиях. При защите лабораторной работы студент должен представить полностью оформленный конспект. Отчет по лабораторной работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

**Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 1 «Расчет схемы аммиачной одноступенчатой компрессионной холодильной установки»:**

1. Какие функции осуществляют трансформаторы тепла в общем случае?
2. Какие установки относятся к трансформаторам тепла и их уровни отво-

да тепла?

3. Какие технические системы называются трансформаторами тепла и какое обязательное условие требуется для повышения потенциала тепла?

Перечислите для каких целей используются рефрижераторные установки.

### **Выполнение и защита практических работ**

Работы направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Применение теплоты в АПК». В результате студент должен знать основные принципы проектирования систем отопления и вентиляции зданий; конструктивные особенности; основные положения законов, составляющие основу расчета холодильных систем и систем отопления и вентиляции; устройство и принцип действия холодильных машин, теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования; уметь применять средства измерения основных теплофизических параметров; использовать нормативные и справочные документы; владеть методами расчета и подбора систем холодоснабжения, отопления и вентиляции. Формируемые компетенции: ПКос-1.1.

При защите практической работы студент должен представить полностью оформленный конспект. Отчет по практической работе представляется с полностью обработанными результатами расчетов, графическим материалом, выводами. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

### **Пример перечня вопросов при защите практических работ**

#### ***«Расчет теплового баланса животноводческого помещения»:***

1. Какую температуру наружного воздуха принимают в качестве расчетной при определении теплотерь через ограждающие конструкции в различные периоды года?

2. Напишите тепловой баланс животноводческого (птицеводческого) помещения и поясните входящие в него величины.

3. Напишите формулу для расчета общего сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции и поясните ее.

4. Как рассчитывают теплотери на нагрев инфильтрующегося воздуха?

### **Выполнение и защита индивидуальных задач**

Индивидуальные задачи выполняются на практических занятиях и направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины. Защита задач проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Формируемые компетенции: ПКос-1.1. Пример условия одной из типовых задач приведен ниже.

#### ***Пример задачи***

Определить расход воздуха на вентиляцию для свинарника на 270 голов со средней массой 240 кг. Объем помещения для животных  $V$  м<sup>3</sup>. Расчетные параметры наружного воздуха: температура  $t^p = -28^\circ\text{C}$ , относительная влажность  $\varphi_n = 78\%$ . Параметры внутреннего воздуха:  $t_b = 16^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_b = 75\%$ . Допустимое содержание  $\text{CO}_2$  в помещении 2,5 л/м<sup>3</sup>. Угловой коэффициент тепло- и влагообмена 2000 кВт/кг вл. Расчетная температура наружного воздуха при про-

ектировании вентиляции  $t_{\text{н}}^{\text{в}} = -23^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi_{\text{н}} = 75\%$ . Концентрация углекислоты в наружном воздухе  $0,4 \text{ л/м}^3$ .

### Перечень вопросов к зачёту с оценкой по дисциплине

1. Принципиальная схема и теоретический цикл в диаграммах  $h-lgp$  и  $S-T$  парокомпрессионной холодильной машины. Назначение основных элементов ХМ и расчет цикла.
2. Классификация холодильных машин по виду используемой энергии. Области использования. Достоинства и недостатки.
3. Классификация парокомпрессионных ХМ по величине холодопроизводительности, температурам кипения, используемому хладагенту. Выбор типа ХМ и их применение.
4. Теплоиспользующие ХМ. Типы, источники энергии, области применения, энергетическая эффективность, достоинства и недостатки.
5. Термоэлектрические охлаждающие устройства. Области использования. Достоинства и недостатки.
6. Газовые /воздушные/ холодильные машины. Принципиальная схема и теоретический цикл. Области использования.
7. Преимущества и недостатки аммиачных холодильных машин. Принципиальная схема и цикл. Определение основных параметров цикла.
8. Преимущества и недостатки фреоновых холодильных машин. Области использования. Принципиальная схема и цикл фреоновой ХМ с регенеративным теплообменником.
9. Рабочие вещества ХМ (хладагенты и хладоносители). Основные свойства. Влияние на энергетическую эффективность и надежность работы ХМ.
10. Определение количества циркулирующего хладагента по заданной тепловой нагрузке испарителя и условиям работы ХМ.
11. Преимущества и недостатки двухступенчатых ХМ. Области их использования. Расчет количества циркулирующего хладагента в зависимости от схемы машин.
12. Области использования фреоновых каскадных ХМ. Применяемые хладагенты, их основные термодинамические свойства.
13. Основные термодинамические свойства хладагентов, их влияние на энергетическую эффективность и надежность работы ХМ.
14. Основные физико-химические свойства хладагентов, их влияние на конструктивные особенности и надежность работы ХМ.
15. Хладоносители. Основные свойства, выбор, влияние на энергетическую эффективность и надежность ХМ.
16. Типы холодильных компрессоров, используемых в парокомпрессионных ХМ. Конструктивные особенности, преимущества и недостатки, области использования.
17. Холодильные компрессоры объемного сжатия. Конструктивные особенности, области использования.
18. Расчет холодопроизводительности поршневого компрессора по заданной тепловой нагрузке испарителя и условиям работы ХМ.
19. Объемные коэффициенты поршневого компрессора. Влияние усло-



вий работы компрессора на его холодопроизводительность.

20. Энергетические коэффициенты поршневых холодильных компрессоров. Факторы, влияющие на энергопотребление компрессоров.

21. Зависимость конструкции поршневого компрессора от вида хладагента. Особенности работы компрессоров на различных хладагентах.

22. Определение объема, описываемого поршнями компрессора по заданной холодопроизводительности. Принятые значения частоты вращения вала для компрессоров различной производительности.

23. Основные характеристики поршневых компрессоров и их зависимость от рабочих условий.

24. Основные достоинства и недостатки винтовых компрессоров, области использования.

25. Основные достоинства и недостатки ротационных компрессоров, области использования.

26. Конструктивные особенности герметичных и бессальниковых компрессоров. Достоинства и недостатки, области использования.

27. Расчет эффективной мощности поршневого компрессора. Конструктивные факторы, влияющие на расход электроэнергии.

28. Влияние температур кипения и конденсации на холодопроизводительность компрессора, графическое представление.

29. Влияние температур кипения и конденсации на энергетические характеристики поршневого компрессора.

30. Определение условий работы холодильной машины (температур кипения и конденсации, перегрева всасываемого пара и переохлаждения хладагента перед РВ) в зависимости от назначения ХМ, вида хладагента и типов теплообменных аппаратов.

31. Определение величин температурных напоров в теплообменных аппаратах (конденсаторах и испарителях) различных типов и их влияние на режим работы и энергопотребление холодильной машины.

32. Агрегатирование холодильных машин. Цель, назначение и виды холодильных агрегатов и агрегатированных холодильных машин.

33. Графические характеристики элементов холодильной машины (компрессора, испарителя, конденсатора) и их взаимосвязь. Рабочая точка.

### **Перечень вопросов к экзамену по дисциплине**

- 1 Задачи систем отопления и вентиляции.
- 2 Параметры, характеризующие микроклимат в помещениях.
- 3 Назначение и виды систем вентиляции.
- 4 Механическая вентиляция, область применения.
- 5 Естественная вентиляция, область применения.
- 6 Схемы вентиляции животноводческих помещений.
- 7 Схемы вентиляции административных помещений.
- 8 Основы расчета систем вентиляции.
- 9 Гидравлический расчет систем вентиляции.
- 10 Тепловой баланс помещения.
- 11 Зависимость теплопроводных свойств строительных материалов от

параметров окружающей среды.

- 12 Расчет теплового потока, проходящего через ограждения.
- 13 Виды добавочных теплопотерь через ограждения.
- 14 Расчет требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждений.
- 15 Расчет потерь теплоты через пол помещения.
- 16 Воздухопроницаемость строительных материалов. Расчет количества воздуха, проникающего в помещение путем инфильтрации.
- 17 Тепловыделения в помещении.
- 18 Влаговыведения в помещении.
- 19 Характеристика теплоносителей системы отопления.
- 20 Характеристика и виды систем отопления.
- 21 Требования к отопительным системам.
- 22 Расчетная тепловая мощность системы отопления.
- 23 Классификация отопительных приборов.
- 24 Виды и конструкции нагревательных приборов.
- 25 Требования, предъявляемые к отопительным приборам.
- 26 Выбор и установка нагревательных приборов в помещении.
- 27 Регулирование теплоотдачи нагревательных приборов.
- 28 Схемы укрытия нагревательных приборов в помещении.
- 29 Расчет необходимой площади поверхности нагревательных приборов.
- 30 Классификация и устройство электрических отопительных приборов.
- 31 Теплопроводы в системах отопления. Виды, способы размещения.
- 32 Классификация систем водяного отопления.
- 33 Область применения систем водяного отопления.
- 34 Схема двухтрубной системы водяного отопления с нижней разводкой и естественной циркуляцией.
- 35 Схема насосной двухтрубной системы водяного отопления с нижней тупиковой разводкой.
- 36 Схема насосной двухтрубной системы водяного отопления с верхней разводкой и попутным движением воды в подающей и обратной магистрали.
- 37 Схема однотрубной системы водяного отопления с верхней разводкой, естественной циркуляцией и осевыми замыкающими участками.
- 38 Основные принципы гидравлического расчета теплопроводов систем водяного отопления.
- 39 Особенности гидравлического расчета однотрубных систем водяного отопления.
- 40 Особенности гидравлического расчета двухтрубных систем водяного отопления.
- 41 Метод гидравлического расчета трубопроводов систем водяного отопления по удельным потерям.
- 42 Метод гидравлического расчета трубопроводов систем водяного отопления по приведенным длинам.
- 43 Метод гидравлического расчета трубопроводов систем водяного отопления по характеристикам сопротивления.

- 44 Классификация систем парового отопления.
- 45 Устройство систем парового отопления низкого и высокого давления.
- 46 Гидравлический расчет система парового отопления.
- 47 Принципиальные схемы центральных систем парового отопления
- 48 Виды систем воздушного отопления. Применение. Достоинство и недостатки.
- 49 Принципиальные схемы центральных систем воздушного отопления.
- 50 Принципиальная схемы местных систем воздушного отопления.
- 51 Расчет систем воздушного отопления.
- 52 Изменение на  $H$ ,  $d$  – диаграмме значений углового коэффициента (луча процесса) при изменении тепловлажностного состояния воздуха.
- 53 Расчет необходимого воздухообмена при одновременном поступлении в помещении теплоты и влаги.
- 54 Панельно-лучистое отопление. Особенности, область применения.
- 55 Электрическое отопление. Область применения.
- 56 Электрическое отопление с помощью теплового насоса.
- 57 Комбинирование системы электрического отопления.
- 58 Энергосбережение в системах отопления.
- 59 Снижение энергопотребления при солнечном отоплении.
- 60 Использование возобновляемых и альтернативных источников теплоты всистемах отопления.

#### **Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Оценка текущей работы и промежуточный контроль студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена критериями выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

##### **Критерии оценки выполнения тестов**

Текущее тестирование (письменное) производится на 8 и 12 неделях учебного семестра. Каждый тест состоит из 12 вопросов и содержит 20 вариантов. Критерии оценивания:

- правильные ответы на 6 и менее заданий – «неудовлетворительно»,
- правильные ответы на 7 – 8 заданий – «удовлетворительно»,
- правильные ответы на 9 – 10 заданий – «хорошо»,
- правильные ответы на 11 – 12 заданий – «отлично».

Основаниями для снижения оценки на 1 балл являются: отсутствие обоснования выбранного ответа, неполный ответ; небрежное выполнение, ошибки в обозначениях и т.п.

##### **Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ**

К защите лабораторной работы представляется отчет с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.; отсутствия необходимого графического материала; некорректной обработки результатов измерений.

Защита отчета по лабораторной работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки системы. В случае получения при защите лабораторной работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 7

### Критерии оценивания защиты лабораторных работ

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	<b>«отлично»</b> – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости по теме лабораторной работы
Средний уровень «4» (хорошо)	<b>«хорошо»</b> – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы лабораторной работы
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	<b>«удовлетворительно»</b> – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания темы работы без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности, однако умеет применять знания и умения по теме работы
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	<b>«неудовлетворительно»</b> – студент не освоил значительную часть содержания материала лабораторной работы; допускает существенные ошибки в изложении материала; не умеет выделить главное и сделать выводы

### Критерии оценки выполнения и защиты практических работ

К защите работы представляется отчет с полностью обработанными результатами расчетов, графическим материалом, выводами. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.; отсутствия необходимого графического материала; некорректной обработки результатов измерений.

Защита отчета по работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки системы. В случае получения при защите работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 8

### Критерии оценивания защиты практических работ

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	<b>«отлично»</b> – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости по теме работы
Средний уровень «4» (хорошо)	<b>«хорошо»</b> – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы работы

Оценка	Критерии оценивания
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	« <b>удовлетворительно</b> » – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания темы работы без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности, однако умеет применять знания и умения по теме работы
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	« <b>неудовлетворительно</b> » – студент не освоил значительную часть содержания материала работы; допускает существенные ошибки в изложении материала; не умеет выделить главное и сделать выводы

### Критерии оценки выполнения расчетно-графической работы (РГР)

Студенты самостоятельно выполняют РГР и представляют ее в печатном виде на листах формата А4. Расчетно-графическая работа не может быть принята и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимого графического материала или отсутствие в графическом материале необходимых обозначений (теплового потока, температуры, расстояния, площади и т.д.), используемых в расчете; некорректной обработки результатов расчетов. Выполнение РГР является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче экзамена по дисциплине. При получении неудовлетворительной оценки по расчетно-графической работе она подлежит исправлению и повторной сдаче.

Таблица 9

### Критерии оценивания расчетно-графической работы

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5»	« <b>отлично</b> » – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи
Средний уровень «4»	« <b>хорошо</b> » – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи, но в решении имеются незначительные ошибки и неточности
Пороговый уровень «3»	« <b>удовлетворительно</b> » – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР; однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы
Минимальный уровень «2»	« <b>неудовлетворительно</b> » – студент не выполнил РГР

### Критерии оценивания индивидуальных задач

Выполнение индивидуальных задач является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче зачета с оценкой по дисциплине. При получении неудовлетворительной оценки по задачам они подлежат исправлению и повторной сдаче.



**Критерии оценивания индивидуальных задач**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5»	<b>«отлично»</b> – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил Индивидуальные задачи; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи
Средний уровень «4»	<b>«хорошо»</b> – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи, но в решении имеются незначительные ошибки и неточности
Пороговый уровень «3»	<b>«удовлетворительно»</b> – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы
Минимальный уровень «2»	<b>«неудовлетворительно»</b> – студент не выполнил индивидуальные задачи

**Критерии оценивания промежуточного контроля**

К экзамену и зачету с оценкой допускается студент, полностью выполнивший все виды учебной и самостоятельной работы и сдавший отчетные материалы.

Экзамен и дифференцированный зачет проводится в устной форме в виде доклада студента по каждому экзаменационному вопросу с представлением на листе ответа: уравнений, формул, расчетных схем, графиков и т.п. и ответов (если потребуется) на дополнительные вопросы преподавателя.

Качество освоения дисциплины, уровень сформированности заявленных общекультурных и профессиональных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной технологией:

**Критерии оценивания результатов промежуточного контроля  
(экзамена и зачета с оценкой)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	<b>«отлично»</b> – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы
Средний уровень «4» (хорошо)	<b>«хорошо»</b> – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении дисциплины
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	<b>«удовлетворительно»</b> – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания дисциплины без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности и затрудняется в теоретических выводах, однако умеет применять знания и умения в практических работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами

Оценка	Критерии оценивания
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; практические навыки не сформированы; не умеет выделить главное и сделать выводы

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Рудобашта, Станислав Павлович. Основы трансформации теплоты: учебное пособие / С. П. Рудобашта, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: Реарт, 2018 — 152 с.
2. Рудобашта С.П., Бабичева Е.Л. Теплоснабжение АПК. –М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 166 с.
3. Кожевникова Н.Г., Бабичева Е.Л. Системы отопления и вентиляции. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. – 132 с.
4. Рудобашта С.П. Теплотехника. – М.: Издательство «Перо», 2015. – 665 с.

### 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А.А., Григорьев, Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Справочник. М.: МЭИ. 1999. – 164 с.
2. Малин, Н.И. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. М.:ФГБНУ "Росинформагротех", 2018. - с.
3. Мишуров Н.П., Кузьмина Т.Н.. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях. Научный аналитический обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 69 с.
4. Шумилов, Р. Н. Проектирование систем вентиляции и отопления – М: Лань", 2014. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52614](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52614) (открытый доступ).

### 7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ

1. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Дата актуализации: 01.01.2019.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
3. СП 106.13330.2012. Свод правил. Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения. – М.: 2012.
4. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. – М.: 2019.
5. СП 44.13330.2011. Свод правил. Административные и бытовые здания. – М.: 2012.
6. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. – М.: 2012.

7. СП 60.13330.2016. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: 2017.

### **Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Методические указания к практической работе «Испытание отопительно-вентиляционного агрегата СФО-20» (Ильяхин М.С., Бабичева Е.Л.).

2. Методические указания к практической работе «Расчет воздушных душей на базе тепловых завес» (Рудобашта С.П.).

3. Методические указания для студентов при изучении учебной дисциплины (Рудобашта С.П., Бабичева Е.Л.).

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

2. <http://regomet.ru/> ОАО "Глазовский завод Металлист" производитель калориферов КСк (открытый доступ).

3. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

4. <http://voztech.ru> ОАО «Воздухотехника» производитель радиальных вентиляторов (открытый доступ).

5. <http://www.electrolhbrary.hnfo> электронная электротехническая библиотека (открытый доступ).

6. <http://www.holodhlshchhk.ru/> сетевое издание по холодильной и близкой ей тематике (открытый доступ).

7. <http://www.techgidravlika.ru> Информационно-справочная система (открытый доступ).

8. <http://www.topclimat.ru> ОАО "Мовен" производитель радиальных вентиляторов ВР 86-77 (открытый доступ).

9. <http://www.xhron.ru/> Компания «Ксирон-Холод» Справочная литература по холоду (открытый доступ).

10. <http://www2.viniti.ru> Базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).

11. <http://znanium.com/> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

Таблица 12

### **Перечень программного обеспечения**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Разделы 1-3	Microsoft Office 2013	оформительская	Microsoft	2013

# **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Таблица 13

## **Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
Лаборатории № 201 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержат: 1) проектор NEC NP60 DLP 1024*768,300 для слайд-презентаций (Инв.№ 210134000002560); 2) проекционный экран с электроприводом DigisElectra 240*240 NW (DSEM-1106) (Инв.№ 410138000002636); 3) компьютер (Инв.№210134000001871)
Лаборатории № 214 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) пластинчатый теплообменник (Инв.№ 410134000001780); 2) кожухотрубный теплообменник (Инв.№ 410134000001622); 3) водонагреватель проточ.-накоп. Etalon МК 15 ком-би(Инв.№ 210136000006685); 4) стенд для демонстрации фреоновой парокомпрессионной холодильной машины, 5) стенд для исследования процесса инфракрасной сушки (Инв.№ 210134000001932); 6) тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002256); 7) тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002256); 8) комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка, проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798); 9) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632954); 10) компьютер (Инв.№ 210134000001864)
Лаборатории № 314 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) Аквадистиллятор ДЭ-4-02 (Инв.№ 210134000002280); 2) Инфрокрасная установка (Инв.№ 210134000001932); 3) тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002255); 4) экран настенный ProjectaSlimScreen (Инв.№ 210134000002855); 5) проектор для слайд-презентаций (Инв.№ ); 6) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632955); 7) компьютер (Инв.№ 210134000001865)

Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, включающие 9 читальных залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет-доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов, а также комнаты для самоподготовки в общежитии № 5 и № 4.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Образовательный процесс по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий» организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся), в том числе с применением современных программных продуктов (AUTOCAD, КОМПАС, MS Office: Word, Excel, PowerPoint), цифровых платформ (Webinar, Zoom, Mentimeter) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, SimInTech).

Учебные занятия представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости: лекции, практические занятия, тестирование, групповые консультации, самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

При подготовке к практическому занятию студент должен повторить теоретический материал по лекции, а также по учебникам и учебным пособиям, рекомендуемым настоящей программой. На каждое практическое занятие и практическую работу студент должен иметь тетрадь, карандаш, линейку, циркуль, угольник, транспортир.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать тему и представить преподавателю, проводящему данный вид занятия, конспект занятия. Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к экзамену должен самостоятельно изучить материалы на учебно-методическом портале (открытый доступ) по ссылке <https://portal.timacad.ru/>.

Студент, пропустивший лабораторную работу и практические занятия и задачи, отрабатывает его в согласованное с преподавателем время.

Студент получает допуск к экзамену если выполнены и защищены лабораторные работы, курсовой проект, а также имеется в наличии рукописный конспект лекций.

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Согласно учебному плану и графику учебного процесса процессе преподавания дисциплины для организации условий освоения студентами компетенций используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной), активные (проблемное обучение, коллективно-групповое обучение) и интерактивные технологии (дистанционная технология, электронное обучение, ТВ-технологии, сетевые технологии), в том числе с применением современных программных продуктов (MS Office: Word, Excel, PowerPoint), цифровых платформ (Webinar,



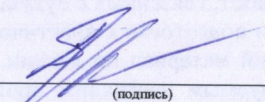
Zoom, Mentimeter) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech).

Для повышения уровня знаний по дисциплине у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания: использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных); использование наглядного материала – таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов; решение типовых задач как метод обучения современных проблем теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий; использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная; организация индивидуальной работы студентов с учётом уровня подготовки; применение систематического контроля различных видов в процессе обучения.

Научной основой для преподавания дисциплины является методология системного подхода к человеку. Важно стремиться эффективно организовать и оптимизировать самостоятельную работу студентов.

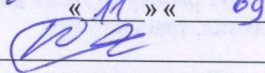
**Программу разработали:**

Нормов Д.А., д.т.н., профессор

  
(подпись)

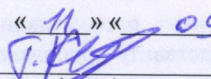
« 11 » « 09 » 2024 г.

Канатников Ю.А., ст. преподаватель

  
(подпись)

« 11 » « 09 » 2024 г.

Кукушкина Т.С., ассистент

  
(подпись)

« 11 » « 09 » 2024 г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.08 Применение теплоты в АПК  
ОПОП ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,  
направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем»  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцентом (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «**Применение теплоты в АПК**» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем» (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» в соответствии с Учебным планом по программе бакалавриата (разработчики – Нормов Дмитрий Александрович, профессор кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Канатников Юрий Алексеевич, ст.преподаватель кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» и Кукушкина Татьяна Сергеевна, ассистент кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко»).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «**Применение теплоты в АПК**» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – В.01.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «**Применение теплоты в АПК**» закреплена следующая **компетенция**: ПКос-1 (индикатор компетенции ПКос-1. 3). Дисциплина «**Применение теплоты в АПК**» и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоемкость дисциплины «**Применение теплоты в АПК**» составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «**Применение теплоты в АПК**» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «**Применение теплоты в АПК**» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоемкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».



10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение лабораторных работ, опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, участие в тестировании, выполнение расчетно-графической работы и аудиторных заданиях - работа с технической литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (из них один - базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименований, Интернет-ресурсы – 11 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «**Применение теплоты в АПК**» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «**Применение теплоты в АПК**».

#### ОБЩИЕ ВЫВОоды

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «**Применение теплоты в АПК**» ОПОП ВО по направлению **13.03.01** «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная профессором кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», доктором технических наук Нормовым Д.А., ст.преподавателем кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Канатниковым Ю.А. и ассистентом кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» Кукушкиной Т.С. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Андреев С.А., доцент кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцент, кандидат технических наук \_\_\_\_\_ « 11 » 09 2024 г.

(подпись)