

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

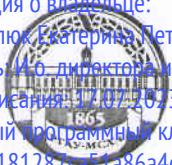
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна

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

Дата подписания: 2022-07-10 10:25:42

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d43



**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 «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечения предприятий»

УТВЕРЖДАЮ:

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

Н.А. Шевкун

2022 г.



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

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Энергообеспечение предприятий

Курс 3, 4

Семестр 6,7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчик: Драный А.В. к.т.н  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

А.В. Драный  
«14» 10 2022г.

Рецензент: Андреев С.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

С.А. Андреев  
(подпись)  
«14» 10 2022г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки: 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» протокол № 3 от «14» 10 2022г.

И.о. зав. кафедрой теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий  
Кожевникова Наталья Георгиевна, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Н.Г. Кожевникова  
(подпись)  
«14» 10 2022г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии ИМиЭ имени В.П. Горячкина академик РАН, д.т.н., профессор Дидманидзе О.Н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

О.Н. Дидманидзе  
(подпись)  
протокол № 3 от «18» 10 2022г.

И.о. зав. выпускающей кафедрой ТГ и ЭОП Кожевникова Н. Г., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Н.Г. Кожевникова  
(подпись)  
«14» 10 2022г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Е.В. Ефимова  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРАХ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	13
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОВЫХ КОМПРЕССИОННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТЕПЛОТЫ.....</b>	<b>15</b>
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>20</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	20
6.1.3. Выполнение и защита лабораторных работ .....	21
6.1.5. Выполнение и защита индивидуальных задач .....	23
6.1.6. Перечень вопросов к дифференцированному зачёту по дисциплине .....	23
6.1.7. Перечень вопросов к экзамену по дисциплине .....	25
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	27
6.2.2. Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ .....	27
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>30</b>
7.1 Основная литература .....	30
7.2 Дополнительная литература .....	31
7.3 Нормативные правовые акты .....	31
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	31
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>31</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>32</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>33</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>33</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	35
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>35</b>

## АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.В.01.08 «Применение теплоты в АПК»  
для подготовки бакалавров по направлению подготовки  
13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника,  
направленности Энергообеспечение предприятий**

**Цель освоения дисциплины:** приобретение студентами умений и навыков осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в формируемую участниками образовательных отношений часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, цикл Б1.В, профессиональный модуль по направленности "Энергообеспечение предприятий", дисциплина осваивается в 6 и 7 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): 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 ( $T-S$ ,  $h-lgp$ ). 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/ в т.ч. практическая подготовка: 9 зачетных единиц (324 часа/ в т.ч. практическая подготовка 8 ч.).**

**Промежуточный контроль: 6-семестр - зачет с оценкой, 7-й семестр экзамен.**

## **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины «Применение теплоты в АПК» является приобретение студентами умений и навыков осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий, обучение принципам и методам разработки, создания, распространения и использования цифровых технологий в теплоэнергетике; получение базовых знаний о современных цифровых технологиях, используемых в профессиональной деятельности и практические навыки их использования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина «Применение теплоты в АПК» дисциплина включена в формируемую участниками образовательных отношений часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.01– Теплоэнергетика и теплотехника, цикл Б1.В, профессиональный модуль по направленности "Энергообеспечение предприятий", дисциплина осваивается в 6 и 7 семестре. Дисциплина «Применение теплоты в АПК» реализуется в соответствии с, требований ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Применение теплоты в АПК», являются: математика (1 и 2 курс, 1, 2 и 3 семестры), физика (1 и 2 курс, 2, 3 и 4 семестры), химия (1 курс, 2 семестр), электротехнические материалы (1 курс, 1 семестр), информатика (1 курс, 1 семестр), начертательная геометрия и инженерная графика (1 и 2 курс, 1, 2 и 3 семестры), гидрогазодинамика (3 курс, 5 семестр), техническая термодинамика (5 курс, 5 семестр), тепломассообмен (3 курс, 6 семестр), нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (3 курс, 4 семестр).

Дисциплина «Применение теплоты в АПК» является основополагающей изучения следующих дисциплин: «Электротехнологии», «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии».

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но и прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля.

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**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
	ПКос-1	Способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий	ПКос-1.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования	устройство систем отопления и вентиляции зданий; основное оборудование систем отопления, вентиляции, принципы его работы, технические характеристики трубопроводов систем отопления; особенности режимов работы различных систем отопления и пути повышения их эффективности; методы, приемы направленные на энерго- и ресурсосбережение	рассчитывать элементы теплотехнического оборудования с помощью программных продуктов Excel, , Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom., определять тепловые потери, применять полученные знания для определения, формулирования и решения технологических задач; пользоваться принципами разработки технических решений и технологий в профессиональной сфере деятельности; выбирать современное энерго- и ресурсосберегающее технологическое оборудование для систем отопления и вентиляции	методиками проведения типовых расчетов тепло-энергетического и теплотехнического оборудования с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.; навыками расчета и проектирования систем отопления и вентиляции зданий; способностью разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в системах отопления и вентиляции

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестрах

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 10 зач.ед. (360 часов), их распределение по видам работ в 6 и 7 семестрах представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестрах

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час./ *	в т.ч. в семестрах	
		№6	№7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>324/8</b>	<b>108/4</b>	<b>216/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>148,75/8</b>	<b>80,35/4</b>	<b>68,4/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>148,75/8</b>	<b>80,35/4</b>	<b>68,4/4</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	50	16	34
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	48/4	32/4	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	48/4	32	16/4
<i>консультации 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>175,25</b>	<b>27,65</b>	<b>147,6</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	36,65	8,65	28
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям и т.д.)</i>	105	10	95
<i>Подготовка к зачету с оценкой</i>	9	9	
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6		24,6
Вид промежуточного контроля:		Зачет с оценкой	Экзамен

\* в том числе практическая подготовка.

##### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего /*	ЛР всего /*	ПКР	
<b>Раздел 1 Трансформация теплоты</b>	<b>108/4</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>32/4</b>	<b>0,3 5</b>	<b>27,65</b>
1. История. Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители	8	2				2
2. Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаосные установки.	36	4	12	8		2
3. Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов теплоты, метод расчета.	40/4	4	8	16/4		2
4. Газовые компрессионные трансформаторы теплоты	14	2	4			2
5. Абсорбционные трансформаторы теплоты.	14	2	4			2



Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего /*	ЛР всего /*	ПКР	
6. Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты	22,65	2	4	8		8,65
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	0,35				0,35	
<b>Зачет</b>	9					9
<b>Всего за 6 семестр</b>	<b>108/4</b>	16	32	32/4	0,35	27,65
<b>Раздел 2 Системы вентиляции и кондиционирования</b>	<b>93/2</b>	<b>18</b>	<b>8/2</b>	<b>12</b>		<b>55</b>
7. Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции. Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха. Характеристика основных производственно-технологических помещений	19	4				15
8. Расчет требуемого расхода воздуха для вентиляции помещений. Аэродинамический расчет систем вентиляции. Вентиляторы и их выбор	24/2	4	2/2	8		10
9. Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования	16	4	2			10
10. Системы воздухораспределения	14	2	2			10
11 Оборудование для очистки и тепловлажностной обработки воздуха	20	4	2	4		10
<b>Раздел 3 Системы отопления</b>	<b>78/2</b>	<b>16</b>	<b>8/2</b>	<b>4</b>		<b>50</b>
12. Классификация систем отопления. Тепловой баланс помещения.	12	2	2			8
13. Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	12	2		2		8
14. Системы водяного отопления	20/2	4	6/2			10
15. Системы парового отопления. Системы воздушного отопления	10	2				8
16. Панельно-лучистое отопление. Электрическое отопление	14	4		2		8
17. Энергосбережение в системах отопления	10	2				8
<b>Консультации перед экзаменом</b>	2				2	
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	0,4				0,4	
<b>Экзамен</b>	42,6					42,6
<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>216/4</b>	34	16/4	16	2,4	147,6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>324/8</b>	<b>50</b>	<b>48/4</b>	<b>48/4</b>	<b>2,75</b>	<b>175,25</b>

\* в том числе практическая подготовка

## 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 термостабилизации. Определение коэффициента трансформации ( $\mu$ ) и КПД ( $\eta$ ). Схемы теплогенерирующих систем на базе тепловых насосов.

**Тема 3.** Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов теплоты. «Тепловые насосы». Применение цифровых технологий при расчете трансформаторов теплоты с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) и программных продуктов Mathcad, Excel, Pictochart и др.

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 трансформаторы 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. Термомагнитные 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, молочной и сыродельной промышленности. Справочно-нормативные мате-

риалы 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, теплопотери 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 система 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/ практические занятия**

Таблица 4

#### **Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия**

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>№ и название лекций/ лабораторных занятий/ практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов/ из них практическая подготовка</b>
1.	<b>Раздел 1 Трансформация теплоты</b>				<b>80/4</b>
	Тема 1 Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители	Лекция № 1.1 Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители.	ПКос-1.1		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	Тема 2. Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки.	Лекция № 1.2 Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки.	ПКос-1.1		2
		Лабораторная работа № 1.1 Расчет схемы аммиачной одноступенчатой компрессионной холодильной установки	ПКос-1.1	защита лабораторной работы	4
		Практическое занятие №1.1: Построение цикла холодильной машины.	ПКос-1.1	защита практической работы	6
		Лекция № 1.3 Схемы и процессы в термодинамических диаграммах ( $T-S$ , $h-lag p$ )	ПКос-1.1		2
		Лабораторная работа № 1.2 Расчёт схемы одноступенчатой компрессионной холодильной установки, работающей на хладоне R-12	ПКос-1.1	защита лабораторной работы	4
		Практическое занятие: № 1.2 Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки.	ПКос-1.1	защита практической работы	6
	Тема 3. Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов теплоты, метод расчета. Применение цифровых технологий при расчете трансформаторов теплоты с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) и программных продуктов Mathcad, Excel, Pictochart и др.	Лекция № 1.4 Многоступенчатые трансформаторы теплоты и тепловые насосы.	ПКос-1.1		2
		Лабораторная работа № 1.3 Расчёт схемы одноступенчатого парокompрессионного теплового насоса	ПКос-1.1	защита лабораторной работы	8/2
		Лекция № 1.5 Каскадных трансформаторов теплоты.	ПКос-1.1		2
		Лабораторная работа № 1.4 Влияние режима работы холодильной машины на холодопроизводительность компрессора	ПКос-1.1	защита лабораторной работы	8/2
		Практическое занятие: №1.3 Расчет цикла теплового насоса.	ПКос-1.1	защита практической работы	8
	Тема 4. Газовые компрессионные трансформаторы теплоты	Лекция № 1.6 Газовые компрессионные трансформаторы теплоты	ПКос-1.1		2
		Практическое занятие: №1.4 Методы расчета газовых трансформаторов теплоты со стацио-	ПКос-1.1	защита практической работы	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		нарными процессами.			
	Тема 5. Абсорбционные трансформаторы теплоты.	Лекция № 1.7 Абсорбционные трансформаторы теплоты	ПКос-1.1		2
		Практическое занятие: №1.5 Расчет абсорбционного трансформатора теплоты.	ПКос-1.1	защита практической работы	4
	Тема 6. Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты	Лекция № 1.8 Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты	ПКос-1.1		2
		Лабораторная работа № 1.5 Исследование газовых компрессионных трансформаторов теплоты.	ПКос-1.1	защита лабораторной работы	4
		Практическое занятие: №1.6 Расчет струйного трансформатора теплоты.	ПКос-1.1	защита практической работы, тестирование	4
		Лабораторная работа № 1.6. Исследование термоэлектрического трансформатора теплоты.	ПКос-1.1	защита лабораторной работы	4
2.	<b>Раздел 2 Системы вентиляции кондиционирования</b>				<b>38/2</b>
	Тема 7. Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции	Лекция № 2.1 Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции	ПКос-1.1		4
	Тема 8. Расчет требуемого расхода воздуха. Вентиляторы и их выбор	Лекция № 2.2 Расчет требуемого расхода воздуха. Вентиляторы и их выбор	ПКос-1.1		4
		Лабораторная работа № 2.1 Расчет воздушных душей на базе тепловых завес	ПКос-1.1	защита лабораторной работы	4
		Практическая работа № 2.1 Расчет требуемого расхода воздуха для вентиляции животноводческого помещения	ПКос-1.1	защита практической работы	2/2
		Лабораторная работа № 2.2 Расчет вентиляторов	ПКос-1.1		4
	Тема 9. Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования	Лекция № 2.3-2.4 Обработка воздуха в системах кондиционирования	ПКос-1.1		4
		Практическая работа № 2.2 Расчетные параметров воздуха внутри производственных помещений.	ПКос-1.1	защита практической работы	2
	Тема 10. Системы воздухорас-	Лекция № 2.5 Системы воздухо-	ПКос-1.1		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	пределения.	Практическая работа № 2.3 Определение необходимого расхода воздуха.	ПКос-1.1	защита практической работы	2
	Тема 11. Оборудование для очистки и тепло-влажностной обработки воздуха	Лекция № 2.6-2.7. Оборудование для очистки и тепловлажностной обработки воздуха.	ПКос-1.1		4
		Лабораторная работа № 2.3 Расчет распределения воздуха.	ПКос-1.1	защита лабораторной работы тестирование	4
		Практическая работа № 2.3 Расчет распределения воздуха.	ПКос-1.1	защита практической работы	2
2	<b>Раздел 3. Системы отопления</b>				<b>28/2</b>
	Тема 12. Классификация систем отопления. Тепловой баланс помещения.	Лекция № 2.8 Тепловой баланс помещения. Классификация систем отопления	ПКос-1.1		2
		Практическая работа № 2.3 Расчет теплового баланса животноводческого помещения.	ПКос-1.1	защита практической работы	2
	Тема 13. Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	Лекция № 2.9 Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	ПКос-1.1		2
		Лабораторная работа № 2.5 Исследование отопительных приборов	ПКос-1.1	защита лабораторной работы	2
	Тема 14. Системы водяного отопления	Лекция № 2.10 Классификация, устройство, принцип действия и основные элементы систем водяного отопления	ПКос-1.1		2
		Лекция № 2.11 Основные методы гидравлического расчета систем водяного отопления.	ПКос-1.1		2
		Практическая работа № 2.4 Расчет системы водяного отопления административного здания	ПКос-1.1	защита практической работы тестирование	6/2
	Тема 15. Системы парового отопления. Системы воздушного отопления	Лекция № 2.12 Системы парового отопления. Системы воздушного отопления	ПКос-1.1		2
	Тема 16. Панельно-лучистое отопление. Электри-	Лекция № 2.13 Электрическое отопление	ПКос-1.1		2
		Лекция № 2.14	ПКос-1.1		2



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	ческое отопление	Панельно-лучистое отопление.			
		Лабораторная работа № 2.6 Испытание отопительно-вентиляционного агрегата СФО-20	ПКос-1.1	защита лабораторной работы	2
	Тема 17. Энергосбережение в системах отопления	Лекция № 2.15 Энергосбережение в системах отопления	ПКос-1.1		2

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 Трансформация теплоты</b>		
1.	Тема 1 Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители	История применения холода. Использование хладоносителей в современных холодильных установках (ПКос-1.1).
2.	Тема 2. Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки.	Область применения парожидкостных компрессионных холодильных установок (ПКос-1.1).
3.	Тема 3. Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов теплоты, метод расчета.	Причины перехода к многоступенчатому сжатию. Предел охлаждения каскадных трансформаторов теплоты. (ПКос-1.1).
4.	Тема 4. Газовые компрессионные трансформаторы теплоты	Газовые установки с нестационарными процессами. (ПКос-1.1).
5.	Тема 5. Абсорбционные трансформаторы теплоты.	Экономические показатели к применению двухступенчатых абсорбционных трансформаторов теплоты. (ПКос-1.1).
6.	Тема 6. Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты	Использование вихревых трансформаторов теплоты в медицине. Использование термоэлектрических трансформаторов теплоты в быту. (ПКос-1.1).
<b>Раздел 2 Системы вентиляции кондиционирования</b>		
7.	Тема 7. Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции	Нормативные документы по расчету вентиляции, определение минимально допустимого сопротивления ограждений (ПКос-1.1).
8.	Тема 8. Расчет требуемого расхода воздуха. Вентиляторы и их выбор	Аэродинамический расчет систем вентиляции. (ПКос-1.1).
9.	Тема 9. Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования	Справочно-нормативные материалы по выбору расчетных параметров наружного воздуха. (ПКос-1.1).
10.	Тема 10. Системы воздухораспределения.	Способы удаления избытка теплоты и влаги. (ПКос-1.1).
11.	Тема 11. Оборудование для очи-	Основные виды кондиционеров, применяемых на

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	стк и тепловлаж-ностной обработки воздуха	пищевых предприятиях, а также устройства и методы расчета фильтров, воздухонагревателей, воздухоохладителей, камер орошения и паровых увлажнителей. (ПКос-1.1).
<b>Раздел 3 Системы отопления</b>		
12.	Тема 12. Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	Сопоставление систем отопления и теплоносителей по технико-экономическим, санитарно-гигиеническим и эксплуатационным показателям. (ПКос-1.1).
13.	Тема 13. 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-1.1)
14.	Тема 14. Системы водяного отопления	Методы гидравлического расчета систем водяного отопления. Увязка циркуляционных колец. (ПКос-1.1)
15.	Тема 15. Системы парового отопления. Системы воздушного отопления	Гидравлический расчет система парового отопления. (ПКос-1.1).
16.	Тема 16. 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-1.1).
17.	Тема 17. Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	Использование возобновляемых и альтернативных источников теплоты. (ПКос-1.1).

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В основном применяется объяснительно-иллюстративная технология обучения, в случае вынужденного перехода на онлайн обучение применяется технология дистанционного обучения.

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1 Классификация. Области применения трансформаторов теплоты. Хладагенты и хладоносители	Л Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
2.	Тема 2. Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонасосные установки.	Л Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР Работа в команде при выполнении лабораторной работы.
		ПЗ Работа в команде при выполнении практического задания
3.	Тема 3. Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов теплоты, метод расчета.	Л Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР Работа в команде при выполнении лабораторной работы.
		ПЗ Работа в команде при выполнении практического задания

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
4.	Тема 4. Газовые компрессионные трансформаторы теплоты	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
5.	Тема 5. Абсорбционные трансформаторы теплоты.	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
6.	Тема 6. Струйные трансформаторы теплоты. Термоэлектрические трансформаторы теплоты	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
7.	Тема 7. Микроклимат помещений. Общая характеристика систем вентиляции	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;
8.	Тема 8. Расчет требуемого расхода воздуха. Вентиляторы и их выбор	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
9.	Тема 9. Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
10.	Тема 10. Системы воздухораспределения	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
11.	Тема 11. Оборудование для очистки и тепло-влажностной обработки воздуха	ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
		Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;
12.	Тема 12. Тепловой баланс помещения. Характеристика систем отопления	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций.
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
13.	Тема 13. Отопительные приборы Теплопроводы в системах отопления	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;
		ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы.
14.	Тема 14. Системы водяного отопления	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;
		ПЗ	Работа в команде при выполнении практического задания
15.	Тема 15. Системы парового отопления. Системы воздушного отопления	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;
16.	Тема 16. Панельно-лучистое отопление. Электрическое отопле-	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;

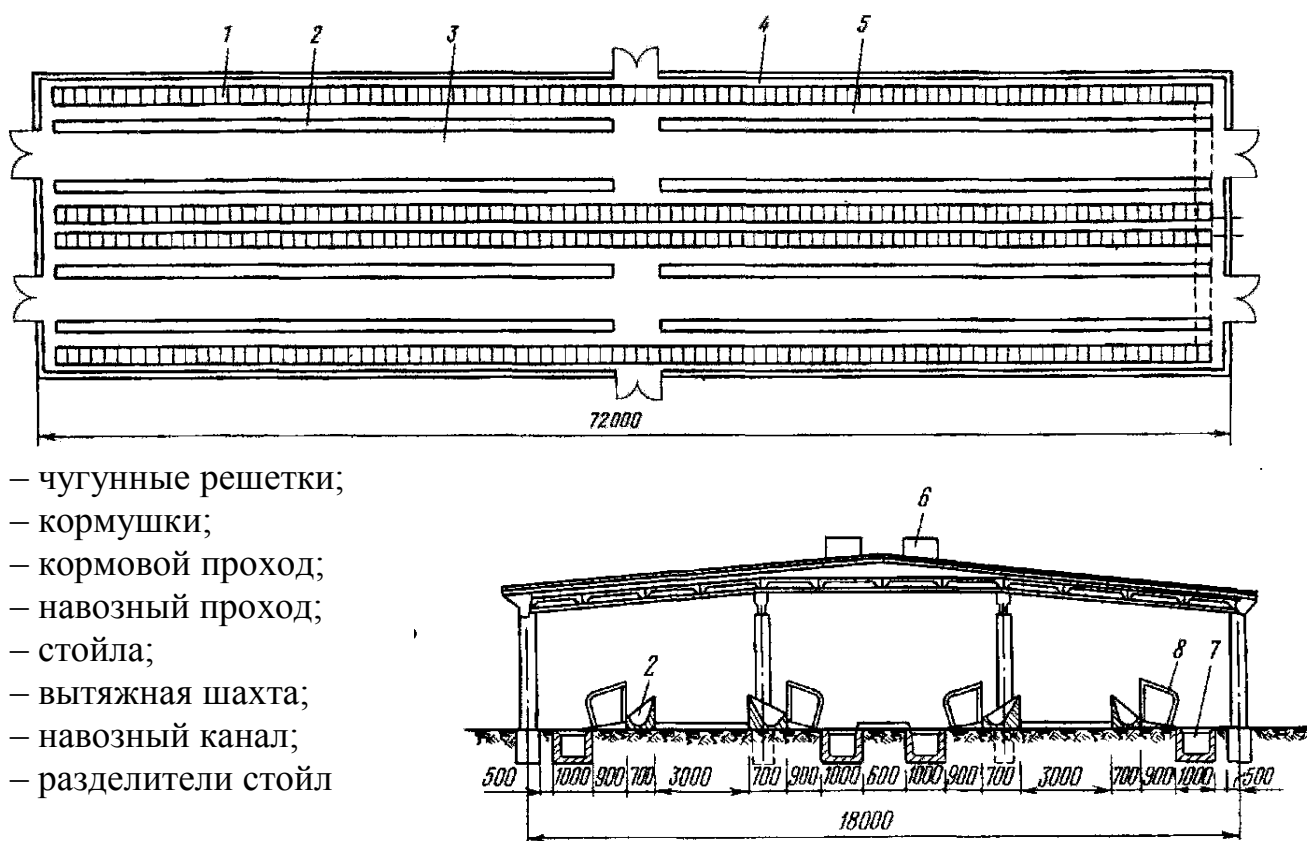
№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
	ние	ЛР	Работа в команде при выполнении лабораторной работы.
17.	Тема 17. Энергосбережение в системах отопления	Л	Проблемная лекция. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов с последующим групповым обсуждением;

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

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### 6.1.1. Расчетно-графическая работа (РГР)

Студенты выполняют две расчетно-графические работы. Задания на расчетно-графическую работу выдаются на 2 - 3 неделях учебного семестра. Расчетно-графическая работа 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.



- 1 – чугунные решетки;
- 2 – кормушки;
- 3 – кормовой проход;
- 4 – навозный проход;
- 5 – стойла;
- 6 – вытяжная шахта;
- 7 – навозный канал;
- 8 – разделители стойл

Рис. 1. Здание для откорма КРС на 320 голов.

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 0.6x0.8 (двойные, металлический переплет), а на каждой из торцовых стен - по 2 воротам размером 2.4x2 (деревянные, двойные) и 2 окна размером 0.6x0.8 (двойные, металлический переплет). Уборка навоза - транспортерами. Поилки – ПА-1. Установленная мощность для привода электродвигателей  $N_{уст} = 180$  кВт

*РГР выполняется в следующей последовательности:*

1. Расчет теплового баланса помещения.
2. Определение избыточной теплоты.
3. Определение общих влаговыделений 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

### **6.1.2. 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.  $0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
  2.  $1,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
  3.  $0,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
  4.  $1 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
  5.  $1,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ ;
  6.  $0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

### **6.1.3. 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 12 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 № 1.1 «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 отвода тепла?
3. Какие технические системы называются трансформаторами тепла и какое обязательное условие требуется для повышения потенциала тепла?
4. Перечислите для каких целей используются рефрижераторные установки

#### **6.1.4. 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 практической работы № 2.3 «Расчет теплового баланса животноводческого помещения»**

1. Какую температуру наружного воздуха принимают в качестве расчетной при определении теплопотерь через ограждающие конструкции в различ-

- ные 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?

### 6.1.5. 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.

#### *Задача*

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  $t_n^p = -28^\circ\text{C}$ , 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 проектировании вентиляции  $t_n^b = -23^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_n = 75\%$ . Концентрация углекислоты в наружном воздухе 0,4 л/м<sup>3</sup>.

### 6.1.6. Перечень вопросов к дифференцированному зачёту по дисциплине

1. Принципиальная схема и теоретический цикл в диаграммах  $h$ - $l$  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 испарителе 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 пароконденсационных 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 условий 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.

### **6.1.7. 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 в системах отопления.

## 6.2. 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».

### 6.2.1. 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.

### 6.2.2. 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)	«отлично» – 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)	«хорошо» – 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 описки, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы лабораторной работы.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – 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.

### 6.2.3. 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 системе. 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 описки, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы 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 работы; допускает существенные ошибки в изложении материала; не умеет выделить главное и сделать выводы.

### 6.2.4. 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.

### 6.2.5. 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.

Таблица 10

### Критерии оценивания индивидуальных задач

Оценка	Критерии оценивания
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.

### 6.2.6. Критерии оценивания промежуточного контроля

К экзамену и дифференцированному зачету 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:

Таблица 11

### Критерии оценивания результатов промежуточного контроля

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы теплотехники; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	«хорошо» – 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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – 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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 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 агропромышленных комплексов. –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: 01.01.2021.
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.: 2021.
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.

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

1. Методические указания к практической работе «Испытание отопительно-вентиляционного агрегата СФО-20» (Ильюхин 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 1-4	Microsoft Office 365	Офисный пакет	Microsoft	2021



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

Таблица 13

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, ка- бинетами, лабораториями

Наименование специальных* по- мещений и помещений для само- стоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помеще- ний для самостоятельной работы**
1	2
24 корпус, 201 аудитория	1 Компьютер "Абакус" (Инв.№ 410134000001484)
24 корпус, 201 аудитория	1 Тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002255) 2 Теплообменник (Инв.№ 410134000001780) 3 Измеритель температуры ИТ-4503 (Инв.№ 410134000002535) 4 Электроводонагреватель (Инв.№ 410134600002726) 5 Водонагреватель проточ.-накоп. Etalon МК 15 комби (Инв.№ 210136000006685) 6 Теплогенератор ТГ-1,5 (Инв.№ 410134000001866) 7 Калорифер (Инв.№ 210136000003596) 8 Вентилятор ВЦ 14-46-3,15 ПрО (1,5*1500) (Инв.№ 210134000002586) 9 Бак расширительный отопления (Инв.№ 210136000004732)
Центральная научная библиотека име- ни Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки	
Общежитие № 4,5,8,11. Комнаты для самоподготовки	

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание изучаемого материала дисциплины и график их изучения приве-  
дены в рабочей учебной программе. Для успешного выполнения графика изуче-  
ния студентам рекомендуется пользоваться учебниками и учебно-  
методическими пособиями из библиотечного фонда университета, а также мето-  
дическими пособиями по выполнению практических работ, хранящимися на ка-  
федре.

Студентам необходимо:

- ❖ внимательно ознакомиться с содержанием тематического плана, вывешивае-  
мого на кафедре, приводимом в нём списком рекомендуемой литерату-  
ры, приобрести в библиотеке университета требующиеся учебники и  
учебные пособия;
- ❖ получить консультацию у преподавателей кафедры, ведущих дисциплину  
«Применение теплоты в АПК», по всем возникающим учебно-  
методическим вопросам;
- ❖ используя методические пособия, строго по темам дисциплины приступить  
к изучению рекомендуемой литературы;
- ❖ прорабатывать каждую тему сразу после её прочтения на лекции;
- ❖ РГР выполнять после изложения соответствующих тем;

- ❖ при выполнении РГР ответить на предлагаемые преподавателем вопросы по теме работы;
- ❖ перед выполнением лабораторных работ ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению;
- ❖ для допуска к экзамену и дифференцированному зачету студенту необходимо выполнить и успешно сдать отчеты по всем лабораторным работам, а также выполнить весь объем самостоятельной индивидуальной работы, защитить выполненные РГР, в период зачётной сессии пройти тестирование;
- ❖ при подготовке к экзамену и дифференцированному зачету руководствоваться вопросами, приведенными в разделе 6.2 данной рабочей программы.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лабораторные работы

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

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

В конспекте лекций следует избегать подробной записи. Конспект не должен превращаться в единственный источник информации, а должен подводить студента к самостоятельному обдумыванию материала, к работе с учебной книгой. Независимо от того, есть учебник или нет, лекции записывать необходимо.

Последующая работа над лекцией заключается в повторении ее содержания по конспекту (а еще лучше с привлечением дополнительных источников) вскоре после ее прослушивания, т.к. забывание материала, воспринятого любым способом идет особенно интенсивно сразу же после восприятия.

Оформление лабораторных работ должно быть максимально приближено к уровню, на котором ведется экспериментальная научно-исследовательская работа в конкретной предметной области.

При подготовке к лабораторному занятию студент должен изучить рекомендованный к данной теме материал по учебнику и лабораторному практикуму, подготовить отчет, который должен содержать наименование работы, цель работы, схемы рассматриваемой установки с указанием контрольно-измерительных приборов, расчетных формул, таблицы для записи опытных данных. На лабораторных и практических занятиях студент обязан обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты.

Окончательно оформленные отчеты по лабораторным работам защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя в день выполнения лабораторной работы или ближайшее время.

Более подробно методические рекомендации рассмотрены в методических указаниях для студентов (п. 7.4)

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

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему (раздел), предоставить преподавателю конспект пропущенной лекции и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме лекции.

Пропущенные лабораторные работы должны быть выполнены, время выполнения назначается преподавателем. Перед отработкой лабораторной работы студент самостоятельно изучает теоретический материал по теме работы, порядок ее проведения и методику обработки опытных данных. Данные полученные при выполнении пропущенной лабораторной работы заносит в заранее подготовленный отчет. После обработки опытных данных оформленный должным образом отчет о выполнении лабораторной работы предоставляется ведущему преподавателю для защиты.

Пропущенные практические занятия должны быть выполнены самостоятельно.

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

### **12.1. Методические рекомендации для чтения лекций**

Наилучшей формой организации обучения дисциплине «Применение теплоты в АПК» представляется такая, при которой все виды учебных занятий (лекция, лабораторные занятия, практические занятия, расчетно-графическая работа) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс. Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий. Они должны дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых вопросах.

Объем читаемых лекций определяется графиком изучения дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала на групповых занятиях и в процессе выполнения домашних заданий студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций демонстрация слайдов или презентаций является предпочтительнее. Применение слайдов и презентаций требует тщательной работы, по методическому обеспечению таких занятий: отбор необходимых фрагментов фильмов и слайдов, подбор иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, затрачиваемого времени и т.д. Планируемый к изложению в лекциях материал должен отражать только основное содержание изучаемого вопроса, сочетаясь с примерами и, при необходимости, иллюстрируется техническими средствами обучения. При этом не следует, по возможности, включать в лекцию громоздкие выводы, пояснения и тому подобный материал, однако в таких случаях необходимо обязательно указывать разделы рекомендуемой литературы, где можно получить убедительные ответы на возникшие вопросы. Кроме этого, в лекции обращается внимание студентов на вопросы изучаемого материала, кото-

рые он должен изучить самостоятельно по указанной в методических указаниях по данной дисциплине литературе.

## **12.2 Методические указания для проведения лабораторных занятий**

Лабораторные занятия имеют целью обучить студентов методам экспериментальных исследований, привить навыки анализа и обработки полученных данных при работе с лабораторным оборудованием, вычислительной техники. На лабораторных занятиях закрепляется теоретический материал, полученный при изучении основных вопросов данной дисциплины.

В начале лабораторного занятия преподаватель должен определить его цель, указать взаимосвязь занятия с разделами основного содержания дисциплины, проверить готовность студентов для выполнения данной работы. При подготовке к лабораторному занятию студент должен изучить рекомендованный к данной теме материал по учебнику и лабораторному практикуму, подготовить отчет, который должен содержать наименование работы, цель работы, схемы рассматриваемой электрической цепи с указанием контрольно-измерительных приборов, расчетных формул, таблицы для записи опытных данных.

При достаточной технической оснащённости учебной лаборатории кафедры студенты выполняют лабораторную работу, предварительно разбившись по «бригадам», включающим в себя по 4 – 5 студентов. Если же нет такой технической возможности, то лабораторная работа выполняется сразу всей подгруппой или  $\frac{1}{2}$  подгруппы. При этом преподаватель распределяет между студентами обязанности по выполнению лабораторной работы, стараясь задействовать в работе как можно больше студентов.

Перед проведением лабораторной работы преподаватель или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

Преподаватель обязан следить за ходом ее выполнения на каждом рабочем месте, за соблюдением правил техники безопасности, консультировать студентов по возникающим у них вопросам, помогать, в выполнении работы.

По окончании лабораторного занятия преподаватель должен познакомиться с результатами, полученными в ходе выполнения студентами работы.

Все лабораторные работы должны быть оформлены в отдельном «Журнале для лабораторных работ». Это может быть отдельная тетрадь, в которой студент на основе методических рекомендаций для проведения лабораторной работы, разработанных кафедрой, готовит свой персональный конспект, либо отдельный разработанный и изданный кафедрой макет конспекта лабораторной работы.

После снятия опытных данных студенты обрабатывают результаты эксперимента, строят графики (если они предусмотрены в работе), делают выводы по работе.

После выполнения лабораторной работы целесообразно проводить ее «защиту». Окончательно оформленные отчеты по лабораторным работам защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя. Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

## 9.2. Методические указания для проведения практических занятий

Практические занятия проводятся с целью закрепления теоретического материала, изложенного на лекциях, а также для развития у студентов навыков практического решения единых учебно-инженерных задач.

Практические занятия рекомендуется делить на три части: вводную, основную и заключительную.

Во вводной части преподаватель должен назвать тему занятия, определить ее цель и сформулировать вопросы, отражающие содержание занятия. Преподаватель должен указать взаимосвязь практического занятия с предыдущими занятиями по данной дисциплине, при необходимости пояснить инженерную направленность темы и ее связь с другими дисциплинами.

Основная часть практического занятия должна быть посвящена закреплению теоретических положений, изложенных в лекциях, путем решения практических задач. Преподаватель должен разобрать со студентами методику решения типовых примеров, указав при этом, какие материалы теоретического курса используются при этом.

Часть времени преподаватель должен отвести для объяснения студентам содержания, этапов решения заданий при выполнении самостоятельной работы.

В заключительной части практического занятия преподаватель должен сформулировать краткие выводы по содержанию вопросов, рассмотренных на занятии, обратив внимание студентов на тот объем материала, который рекомендуется для самостоятельного изучения. Подробно остановиться на литературе, рекомендованной для самостоятельной работы.

## 9.3. Методические указания для проведения текущего тестирования

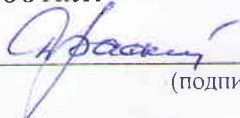
Текущее тестирование целесообразно проводить 2 раза в течение семестра. С его помощью проверяется усвоение студентами материала, пройденного за 6-8 недель. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему экзамену.

Должно быть разработано несколько вариантов тестовых заданий с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты.

Неудовлетворительно написанное тестирование переписываются студентами повторно по другому варианту. Важным методическим требованием при проведении тестирования является своевременное ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

**Программу разработал:**

Драный А.В.

  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

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

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина ФГБОУ ВО г. Москвы «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Применение теплоты в АПК» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Энергообеспечение предприятий» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий (разработчик Дранный Александр Владимирович, доцент кафедры ТГиЭОП).

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 формируемой участниками образовательных отношений части учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, цикл Б1.В, профессиональный модуль по направленности "Энергообеспечение предприятий".

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» закреплены компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-1.1. Дисциплина «Применение теплоты в АПК» и представленная Программа способна 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 трудоёмкость дисциплины «Применение теплоты в АПК» составляет 10 зачётных единицы (360 часов/из них практическая подготовка 8 часов).

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, используемые 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 трудоёмкость 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 и защита лабораторных и практических работ, опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, участие в тестировании, выполнение расчетно-графических работ 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 и зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины формируемой участниками образовательных отношений части учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, цикл Б1.В, профессиональный модуль по направленности "Энергообеспечение предприятий".

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 12 наименований, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 11 источника 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 ВЫВОДЫ

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 **«Энергообеспечение предприятий»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Бабичевой Е.Л., ст. преподавателем кафедры ТГ и ЭОП, Драным А.В., доцентом кафедры ТГ и ЭОП соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций (индикаторов достижения компетенции).

Рецензент: Андреев Сергей Андреевич, доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина ФГБОУ ВО г. Москвы «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук \_\_\_\_\_ « 14 » 10 2022 г.

(подпись)