

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: 22.12.2023 15:55:36
Уникальный программный ключ:
7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45

УТВЕРЖДАЮ:

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

Е.П. Парлюк



06 2023 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.В.03.03 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ,
ТЕПЛОТЕХНИКИ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ**

для подготовки магистров

Направление: 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Энергообеспечение предприятий

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022 г.

Курс: 2

Семестр: 3

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

Разработчики: Рудобашта С.П., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«27» июня 2023 г.

Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«27» июня 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» протокол № 13 от «27» июня 2023 г.

И.о. зав. каф. «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»

Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«27» июня 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедрой «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»

Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«27» июня 2023 г.

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

«27» июня 2023 г.



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 энергообеспечение предприятий

УТВЕРЖДАЮ:

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

Н.А. Шевкун

2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.03.03 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ,
ТЕПЛОТЕХНИКИ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника
Направленность: Энергообеспечение предприятий

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчик (и): Рудобашта С.П., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«14» 10 2022 г.

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«14» 10 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению/специальности подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника.

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

И.о. зав. кафедрой Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«14» 10 2022 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., академик РАН, д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«18» 10 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«18» 10 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ Ермилова Л.В.

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	12
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	32
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	32
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	32
7.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	32
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	33
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	33
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	33
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34
Виды и формы отработки пропущенных занятий	36
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	36

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.В.03.03 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и
теплотехнологий» для подготовки магистров по направлению 13.04.02 –
Электроэнергетика и электротехника,
программа магистратуры «Энергообеспечение предприятий»

Цель освоения дисциплины научиться:

- ознакомить студентов с современным состоянием и направлениями развития оборудования в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях;
- разрабатывать с использованием информационных технологий методы математического моделирования теплотехнического оборудования и методы и технического средства проектирования современного теплотехнического оборудования в АПК.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена вариативную в часть учебного плана по направлению подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий, магистратура.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируется следующие компетенции: ПКос-1 (индикаторы достижения компетенций ПКос-1); ПКос-3 (индикаторы достижения компетенций ПКос-3.1).

Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Современные проблемы теплоэнергетики

Энергетические ресурсы в России и в мире. Типы электростанций, источники энергии в большой стационарной теплоэнергетике. Современное состояние и перспективы развития большой стационарной теплоэнергетики в России и в мире. Основные технические проблемы, решаемые в большой стационарной теплоэнергетике. Повышение КПД тепловых электростанций, переход от паросиловых установок к парогазовым и газопаровым установкам. Энергосбережение в стационарной теплоэнергетике. Котлы-утилизаторы. Распределенная выработка энергии, когенерация, типы установок в распределенной энергетике. Биоэнергетика. Защита окружающей среды на тепловых электростанциях.

Раздел 2. Современные проблемы теплотехники и теплотехнологий

Тепловые устройства общего назначения. Теплообменные аппараты, интенсификация теплообмена. Современные теплоизоляционные материалы. Тепловые трубы. Основные теплотехнологии в агропромышленном комплексе. Сушка сельскохозяйственной продукции, энергосбережение при сушке. Экстрагирование целевых компонентов из твердой фазы. Методы интенсификации массообменных процессов в системах с твердой фазой. Современные методы кинетического расчета массообменных процессов в системах с твердой фазой. Энергосбережение в системах отопления и вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений. Снятие перегревов в животноводческих и птицеводческих помещениях в теплый период года. Испарительное охлаждение животноводческих помещений. Применение кондиционеров в животноводческих помещениях.

Общая трудоемкость дисциплины: 2 зач. единицы (72 часа/в том числе 4 ч. практической подготовки).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины Б1.В.03.03 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к:

- навыкам применять теоретические и практические знания в области теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий;
- приобретение умений и навыков математического моделирования теплотехнического оборудования;
- навыками разрабатывать конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств проектирования теплотехнического оборудования в АПК и их технологического оборудования с использованием информационных технологий, современных цифровых инструментов Moodle в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Zoom.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана базовой части. Дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий, магистратура.

Предшествующими дисциплинами являются курсы: Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии (2 курс, 2 семестр), Применение гидро- и теплотехнологий в АПК (1 курс, 3 семестр), которые относятся к базовой части, а дисциплина обеспечивает логическую связь между курсами, применяя математический аппарат к описанию и изучению физических явлений.

Сопутствующими дисциплинами являются курсы: Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии (2 курс, 2 семестр), Применение гидро- и теплотехнологий в АПК (1 курс, 3 семестр), Методология научных исследований (1 курс, 1 семестр), Патентоведение и защита интеллектуальной собственности (1 курс, 2 семестр).

Дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Проектирование теплоэнергетических систем (2 курс, 4 семестр), Надежность теплоэнергетических систем (2 курс, 3 семестр), Моделирование в теплоэнергетике (2 курс, 3 семестр).

Особенностью дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» является то, что сформированные компетен-

ции у обучающихся на предшествующих курсах влияют на освоение компетенций обучающимися по данной дисциплине.

Рабочая программа дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» 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 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 компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен рассчитывать и проектировать теплотехническое оборудование с использованием информационных технологий, в котором используются традиционные, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	ПКос-1.1 Демонстрирует знания основных технических средств и методов математического моделирования теплотехнического оборудования с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Kahoot, Moodle, SimInTech	- основные технические средства и методы математического моделирования теплотехнического оборудования с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Kahoot, Moodle, SimInTech	использовать основные технические средства и методы математического моделирования теплотехнического оборудования с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter	навыками работы с основными техническими средствами и методами математического моделирования теплотехнического оборудования с использованием информационных технологий, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter
2.	ПКос-3	Способен выполнять работы по повышению эффективности и надежности теплотехнического оборудования с использованием информационных технологий	ПКос-3.1 Демонстрирует знания режимов работы основного теплотехнического оборудования	- режимы работы основного теплотехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве с использованием информационных технологий, в том числе с применением современ-	- проектировать системы теплотехнического производства с помощью современных программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint и осуществлять коммуникации по-	- приемами и способами проектирования теплотехнических сельскохозяйственных объектов с использованием информационных технологий, в том числе обработки и интер-

				<p>менных цифровых инструментов Kahoot, Moodle, SimInTech;</p> <p>- методы и средства повышения эффективности работы теплотехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Kahoot, Moodle, SimInTech</p>	<p>средством Webinar, Zoom, Mentimeter;</p> <p>- обосновывать выбор эффективных режимов работы теплотехнического оборудования с помощью современных программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter</p>	<p>претации информации с помощью современных программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter;</p> <p>- методикой выполнения работ по повышению эффективности теплотехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве с использованием информационных технологий, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter</p>
--	--	--	--	---	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. по семестре
		№ 3
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72/4	72/4
1. Контактная работа:	44,35/4	44,35/4
Аудиторная работа	44,35/4	44,35/4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	14	14
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	30/4	30/4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	27,65	27,65
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	15	15
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию)</i>	18,65	18,65
<i>Подготовка к зачёту с оценкой</i>	6	6
Вид промежуточного контроля:	Зачёт с оценкой	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1. Современные проблемы теплоэнергетики	36,35/4	7	15/2	0	-	14,35
Тема 1. Состояние и перспективы развития теплоэнергетики	12	2	-	0	-	5
Тема 2. Энергетические установки на ТЭС и в распределенной энергетике	12	2	10	0	-	5
Тема 3. Защита окружающей среды от вредных выбросов на тепловых электростанциях	12,35/2	3	5/2	0	-	4,35
Раздел 2. Современные проблемы теплотехники и теплотехнологий	36,65	8	15	0	-	13,65
Тема 4. Интенсификация теплообмена	5,65	3	4	0	-	3
Тема 5. Сушка сельскохозяйственной продукции	10	1	4	0	-	3
Тема 6. Интенсификация и кинетический расчет массообменных процессов в системах с твердой фазой	10/2	2	3/2	0	-	4
Тема 7. Энергосбережение в системах отопления и вентиляции животноводческих и пти-	10	2	4	0	-	3,65

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
цеховых помещений						
Всего за 3 семестр	72/4	14	30/4	0	0,35	27,65
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	-	-	0	0,35	-
Итого по дисциплине	72/4	14	30/4	0	0,35	27,65

Раздел 1. Современные проблемы теплоэнергетики

Тема 1. Состояние и перспективы развития теплоэнергетики

Виды топливно-энергетических ресурсов. Классификация ТЭР. Невозобновляемые энергетические ресурсы. Возобновляемые энергетические ресурсы. Использование различных видов органического топлива на ТЭС России. Состояние и перспективы производства электроэнергии в России и в мире.

Тема 2. Энергетические установки на ТЭС и в распределенной энергетике

Энергетические установки на ТЭС и современные направления их развития. Теплофикация и когенерация. Паротурбинные установки на ТЭС, их КПД и возможности его повышения. Теплофикация и ограничения в ее применении. Парогазовые и газопаровые установки на ТЭС – магистральное направление развития большой стационарной теплоэнергетики. Распределенное производство энергии как альтернатива централизованному. Когенерация. Энергетические установки, используемые при распределенном производстве электрической и тепловой энергии.

Тема 3. Защита окружающей среды от вредных выбросов на тепловых электростанциях

Влияние ТЭС на окружающую среду. Нормативы удельных выбросов в атмосферу оксидов серы для котельных установок. Удельные выбросы в атмосферу котельными различного типа. Содержание загрязняющих выбросов в дымовых газах для различных видов топлив. Предельно допустимая концентрация основных вредных выбросов ТЭС на уровне дыхания человека, мг/м³. Мероприятия на ТЭС по снижению вредных выбросов в атмосферу. Очистка дымовых газов от механических примесей. Методы снижения выхода оксидов азота на ТЭС. Снижение выбросов в атмосферу оксидов серы. Очистка водных стоков на ТЭС. Выбросы углекислого газа в атмосферу. Международные соглашения о сокращении выбросов парниковых газов в атмосферу (Киотский протокол), Парижское соглашение). Пути решения проблемы парникового эффекта.

Раздел 2. Современные проблемы теплотехники и теплотехнологий

Тема 4. Интенсификация теплообмена

Типы теплообменных аппаратов. Способы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках. Оребрение поверхности, учет оребрения в тепловом расчете. Турбулизация потоков. Конструкции теплообменников с интенсифицированным теплообменом (пластинчатый теплообменник, геликоидный теплообменник, калорифер со спиральнонавивными трубами). Аппараты водяного охлаждения. Современные теплоизоляционные материалы. Тепловые трубы. Принципиальная схема тепловой трубы. Тепловые трубы и термосифоны. Принцип действия тепловой трубы и термосифона. Области применения теп-

ловых трб и термосифонов. Основное достоинство тепловых труб и термосифонов, их недостаток. Расчет теплопередачи в термосифоне. Рабочие жидкости тепловых труб и термосифонов.

Тема 5. Сушка сельскохозяйственной продукции

Актуальные проблемы сушки: энергосбережение, интенсификация процесса, повышение качества высушиваемых продуктов. Доля составляющих теплового баланса сушилок. Экономия тепла за счет рециркуляции сушильного агента. Энергосбережение за счет рекуперации тепла отработанного сушильного агента или высушенного материала. Теплоизоляция корпуса сушилки. Энергосберегающий эффект при интенсификации процесса сушки. Энергосбережение за счет предварительного механического обезвоживания материала. Применение тепловых насосов в составе сушильных установок. Методы интенсификации процесса сушки в зависимости от кинетического режима сушки. Повышение качества высушиваемых материалов в различных производствах.

Тема 6. Интенсификация и кинетический расчет массообменных процессов в системах с твердой фазой

Выбор метода интенсификации массообмена в зависимости от кинетического режима процесса. Интенсификация массообмена за счет увеличения скорости внешней фазы, турбулизации потока газовой или жидкой фазы, улучшения структуры потока фаз, измельчения частиц, наложения полей внешних физических воздействий. Продольное перемешивание фазы и его влияние на кинетику процесса. Гидродинамические модели структуры потока. Влияние электроразрядных воздействий на кинетику экстрагирования. Аппаратурное оформление процесса электроразрядного экстрагирования.

Цель кинетического расчета аппарата. Зависимость рабочего объема аппарата от необходимого времени пребывания материала в нем. Теоретические (математические), полуэмпирические и эмпирические методы кинетического расчета массообменных аппаратов для систем с твердой фазой. Два подхода к описанию кинетики массообмена в непрерывно действующих аппаратах с дисперсной твердой фазой. Кинетический расчет сушилок на основе уравнения скорости сушки. Кинетический расчет сушилок на основе дифференциальных уравнений взаимосвязанного тепломассопереноса А.В. Лыкова. Зональный метод кинетического расчета экстракторов на основе аналитического решения дифференциального уравнения массопроводности.

Тема 7. Энергосбережение в системах отопления и вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений

Нормативный микроклимат животноводческих помещений. Системы отопления, применяемые в животноводческих и птицеводческих помещениях. Необходимый воздухообмен в животноводческих и птицеводческих помещениях и его определение по условиям удаления избытков теплоты, влаги и углекислого газа в зимний и летний периоды года. Энергосбережение в животноводческих помещениях за счет использования теплоты удаляемого из помещения воздуха на нагрев приточного воздуха. Снятие перегревов в животноводческих и птицеводческих помещениях в теплый период года. Испарительное охлаждение животноводческих помещений. Применение кондиционеров в животноводческом помещении для нормализации микроклимата.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. «Современные проблемы теплоэнергетики»				22
	Тема 1. <i>Состояние и перспективы развития теплоэнергетики</i>	Лекция № 1 Введение. Состояние и перспективы развития теплоэнергетики и применение в условиях цифровой экономики	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		Тема 2. <i>Энергетические установки на ТЭС и в распределенной энергетике</i>	Лекция № 2 Энергетические установки на ТЭС и в распределенной энергетике	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle
		Практическое занятие № 1 Повышение КПД ПСУ за счет повышения давления пара и температуры пара	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE	2
		Практическое занятие № 2 1) Расчет цикла с вторичным подогревом пара 2) Расчет цикла с регенеративным подогревом питательной воды	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 2 COUNT.EXE	2
		Практическое занятие № 3 Теплофикация	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 3 COUNT.EXE	2
		Практическое занятие № 4 Расчет ПГУ	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 4 COUNT.EXE	2
		Практическое занятие № 5 Расчет ПГУ	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 5 COUNT.EXE	2
	Тема 3 <i>Защита окружающей среды от вредных выбросов на тепловых электростанциях</i>	Лекция № 3 Защита окружающей среды от вредных выбросов на тепловых электростанциях	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие № 6 Выбор циклона. Расчет батарейного циклона. Расчет высоты дымовой трубы	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 6 COUNT.EXE	5
2.	Раздел 2 «Современные проблемы теплотехники и теплотехнологий»				22
	Тема 4 <i>Интенсификация теплообмена</i>	Лекция № 9 Интенсификация теплообмена и применение в условиях цифровой экономики	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие № 7	ПКос-1.1,	Защита прак-	0,5

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Расчет теплоотдачи при оребрении	ПКос-3.1	тической работы № 7 COUNT.EXE	
		Практическое занятие № 8 Расчет коэффициента теплопередачи для тепловой трубы	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 8 COUNT.EXE	0,5
		Практическое занятие № 9 Расчет теплообменника на тепловых трубах	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 9 COUNT.EXE	0,5
		Практическое занятие № 10 Пластинчатый теплообменник	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 10 COUNT.EXE	0,5
		Практическое занятие № 11 Интенсификация массообмена	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Решение типовых задач Kahoot	0,5
		Практическое занятие № 12 Аппараты воздушного охлаждения	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 12 COUNT.EXE	0,5
	Тема 5 <i>Сушка сельскохозяйственной продукции</i>	Лекция № 5 Сушка сельскохозяйственной продукции	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие № 13 Энергосбережение за счет рециркуляции сушильного агента	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Защита практической работы № 13 COUNT.EXE	1
	Тема 6 <i>Интенсификация и кинетический расчет массообменных процессов в системах с твердой фазой</i>	Лекция № 6 Интенсификация и кинетический расчет массообменных процессов в системах с твердой фазой	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие № 14 Энергосбережение в процессах сушки. Качество высушиваемых материалов: 1) Расчет и проектирование установки с ленточным вибротранспортером для импульсной (осциллирующей) инфракрасной сушки-стимуляции семян томата производительностью по высушенному материалу $G_K = 15$ кг/ч. 2) Рассчитать и спроектировать установку для осциллирующей инфракрасной сушки семян горчицы в конвейерной сушилке производительностью по высушенному материалу $G_K = 15$ кг/ч	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Решение типовых задач Kahoot	2
	Тема 7 <i>Энергосбере-</i>	Лекция № 7 Энергосбережение в системах отопления и	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Mentimeter, Webinar,	1

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	жение в системах отопления и вентиляции жилищно-животноводческих и птицеводческих помещений	вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений		Zoom, Moodle	
		Практическое занятие № 15 Мембранные методы разделения растворов: рассчитать и спроектировать мембранно-дистилляционную установку плоскорамной конструкции для опреснения морской воды производительностью по пермеату 1 м ³ /ч	ПКос-1.1, ПКос-3.1	Решение типовых задач Kahoot	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Современные проблемы теплоэнергетики»		
1.	Тема 1 Состояние и перспективы развития теплоэнергетики	1. Состояние и перспективы развития теплоэнергетики на малых тепловых станциях в России (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1)) 2. Состояние и перспективы развития тепловых электростанций и промышленных котельных, работающих на угле, по территории России (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1))
2.	Тема 2 Энергетические установки на ТЭС и в распределенной энергетике	1. Причины, обуславливающие развитие распределенной энергетики в мире и в России (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1)) 2. Когенерация в распределенной энергетике (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1))
3.	Тема 3 Защита окружающей среды от вредных выбросов на тепловых электростанциях	1. Способы подавления образования оксидов азота при горении топлива (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1)) 2. Обеззараживание жидких отходов на тепловых станциях (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1))
4.	Тема 4 Интенсификация теплообмена	1. Интенсификация теплообмена за счет создания лунок на поверхности теплообмена (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1)) 2. Интенсификация теплообмена за счет накатки канавок на поверхности теплообмена (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1))
Раздел 2 «Современные проблемы теплотехники и теплотехнологий»		
5.	Тема 5 Сушка сельскохозяйственной продукции	1. Структура потока твердой фазы в непрерывно действующих сушилках для дисперсного материала (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1)) 2. Энергосбережение при сушке за счет улучшения структуры потока фаз (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1))
6.	Тема 6 Интенсификация и кинетический расчет массообменных процессов в системах с твердой фазой	1. Современные подходы к кинетическому расчету непрерывно действующих аппаратов для систем с твердой фазой (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1)) 2. Уравнение массопроводности (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1))
7.	Тема 7	1. Энергосбережение при отоплении животноводческих по-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Энергосбережение в системах отопления и вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений	мещений (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1)) 2. Испарительное охлаждение зданий (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос 3 (ПКос 3.1))

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» 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, COUNT.EXE), цифровых платформ (Webinar, Zoom, Mentimeter) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, SimInTech).

Согласно учебному плану и графику учебного процесса для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения:

- *основные формы теоретического обучения:* лекции, консультации, зачет с оценкой;
- *основные формы практического обучения:* практические работы;
- *дополнительные формы организации обучения:* расчетно-графическая работа (РГР);
- *информационные:* иллюстрация слайд-презентаций, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами при подготовке к лекциям и практическим работам;
- *активного обучения:* консультации по сложным, непонятным вопросам; опережающая самостоятельная работа студентов по изучению нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий; работа в команде при выполнении практических работ;
- *интерактивное обучение:* посещение специализированных выставок (экскурсии).

В процессе реализации форм обучения предполагается применение различных методов и средства обучения, соответствующих традиционной и инновационным технологиям.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1 Состояние и перспективы развития теплоэнергетики	Л Проблемная технология
2.	Тема 2 Энергетические установки на ТЭС и в распределенной энергетике	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом timacad.ru, электронными ресурсами, с

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
		современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
3.	Тема 3 Защита окружающей среды от вредных выбросов на тепловых электростанциях	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом timacad.ru, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
4.	Тема 4 Интенсификация теплообмена	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом timacad.ru, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
5.	Тема 5 Сушка сельскохозяйственной продукции	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом timacad.ru, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
6.	Тема 6 Интенсификация и кинетический расчет массообменных процессов в системах с твердой фазой	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом timacad.ru, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
7.	Тема 7 Энергосбережение в системах отопления и вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом timacad.ru, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» в течение одного семестра используются следующие виды контроля самостоятельная работа студентов в виде выполнения расчетно-графической работы.

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний включает:

2 курс, 3 семестр – защита практических занятий, задач и расчетно-графическая работа.

Промежуточный контроль знаний включает:

2 курс, 3 семестр – тестирование.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.1.1. Пример вопросов и задания для защиты практических работ 2 курс, 3 семестр

*Пример перечня вопросов при защите практической работы
«Рекуперация тепла удаляемого воздуха в животноводческом помещении.
Испарительное охлаждение»*

1. По каким условиям определяется расход воздуха в животноводческом помещении?
2. Какая система отопления применяется в животноводческом помещении и почему?
3. В каких устройствах нагревают воздух, подаваемый в систему вентиляции животноводческого помещения?
4. Вентиляторы какого типа применяют в животноводческих помещениях для принудительной подачи воздуха в холодный период года?
5. Что такое «угловой коэффициент теплообмена»?
6. До какой температуры надо нагревать воздух при подаче его в животноводческое помещение – до температуры удаляемого воздуха или до какой-то иной?
7. Как найти температуру воздуха на выходе из калорифера?
8. Какой способ применяется для экономии затрат энергии на подогрев приточного воздуха в животноводческом помещении?
9. Что такое «теплообменник-утилизатор» в системе отопления и вентиляции животноводческого помещения? Как он устроен?
10. Какие есть проблемы в его работе?
11. Какие существуют способы снятия перегревов в животноводческом помещении в летний период?
12. Что такое «испарительное охлаждение» в животноводческом помещении»? Когда оно используется?
13. Какие Вы знаете конструкции испарительных охладителей?

6.1.2. Перечень тестов, выносимых на промежуточную аттестацию

Тест выполняется по разделу 1. «Современные проблемы теплоэнергетики»

Задание 1. Основное количество электроэнергии в России вырабатывается:

- 1) На гидроэлектростанциях.
- 2) На атомных электростанциях.
- 3) На тепловых электростанциях.
- 4) На ветровых установках.
- 5) На солнечных батареях.

Задание 2. Теплоэнергетической установкой называется:

- 1) Устройство для передачи теплоты от одного теплоносителя к другому.
- 2) Устройство для переноса теплоты с низшего температурного уровня на высший.
- 3) Устройство для превращения теплоты в работу.
- 4) Устройство для нагрева помещения.
- 5) Устройство для охлаждения какой-либо среды.

Задание 3. КПД современных паросиловых установок на тепловых станциях:

- 1) Составляет 80-90 %.
- 2) Составляет 10-20%.

- 3) Не превышает 10 %.
- 4) Составляет 30-45%.
- 5) Колеблется в широких пределах – от 10 до 90%.

Задание 4. КПД паровой энергетической установки можно повысить:

- 1) Увеличивая температуру перегрева пара.
- 2) Увеличивая давление и температуру перегрева пара.
- 3) Применяя вторичный перегрев пара.
- 4) Применяя регенеративный цикл
- 5) Применяя все перечисленные выше способы.

Задание 5. За счет применения перечисленных в предыдущем задании приемов КПД паровой энергетической установки можно повысить:

- 1) На несколько процентов.
- 2) Более, чем на 10%.
- 3) Более, чем на 20%.
- 4) Вдвое. 5. До 60%.

Задание 6. Современным направлением повышения КПД теплоэнергетических установок на тепловых станциях является:

- 1) Увеличение температуры пара выше 550°С.
- 2) Понижение температуры конденсации пара ниже 0°С.
- 3) Применение холодильных установок для конденсации пара.
- 4) Замена водяного пара в качестве рабочего тела паром какой-либо другой жидкости.
- 5) Применение парогазовых и газопаровых циклов.

Задание 7. КПД теплоэнергетической парогазовой (газопаровой) установки:

- 1) Не превышает 30%.
- 2) Составляет 30-40%.
- 3) Достигает 65%.
- 4) Достигает 90%.
- 5) Колеблется в широких пределах от 10 до 90%.

Задание 8. Теплофикация – это:

- 1) Совместная выработка электрической и тепловой энергии на крупных тепловых станциях.
- 2) Выработка на тепловых станциях только электричества.
- 3) Выработка только тепловой энергии.
- 4) Выработка на тепловых станциях электричества, тепловой энергии и холода.
- 5) Выработка на тепловых станциях электричества, тепловой энергии, холода плюс вентиляция зданий и сооружений.

Задание 9. Когенерация – это:

- 1) Теплофикация на ТЭЦ.
- 2) Совместная выработка тепловой и электрической энергии не на крупных тепловых станциях, а на автономных теплоэнергетических установках небольшой мощности.
- 3) Совместная выработка электричества и холода.
- 4) Совместное получение теплоты и холода.

5) Совместная выработка электричества и тепловой энергии на дизельных установках.

Задание 10. При распределенном производстве энергии используются:

- 1) Только дизельные двигатели внутреннего сгорания.
- 2) Только газовые двигатели внутреннего сгорания.
- 3) Только газовые турбины.
- 4) Только паровые турбины.
- 5) Все перечисленные типы двигателей.

Задание 11. КПД теплоэнергетических установок, применяемых в распределенной теплоэнергетике:

- 1) Выше, чем на крупных тепловых станциях.
- 2) Ниже, чем на крупных тепловых станциях.
- 3) Может быть как выше, так и ниже, чем на крупных тепловых станциях.
- 4) Такой же, как на крупных тепловых станциях.
- 5) Достигает 90%.

Задание 12. Энергетические установки, применяемые при распределенном производстве энергии, используются:

- 1) Только для выработки электричества.
- 2) Только для получения тепловой энергии.
- 3) При соответствующей комплектации для выработки того и другого.
- 4) При соответствующей комплектации - для получения электричества, тепловой энергии и вентиляции помещений.
- 5) При соответствующей комплектации - для получения электричества, тепловой энергии и холодного водоснабжения.

Задание 13. Удельные капитальные затраты (в расчете на единицу мощности) установок, применяемых в распределенной энергетике, с ростом мощности энергетической установки:

- 1) Увеличиваются.
- 2) Уменьшаются.
- 3) Остаются без изменений.
- 4) Изменяются по закону синуса.
- 5) Изменяются по закону косинуса.

Задание 14. Удельный расход смазочных материалов (в расчете на единицу мощности) установок, применяемых в распределенной энергетике, с ростом мощности энергетической установки:

- 1) Увеличивается.
- 2) Уменьшается.
- 3) Остается без изменений.
- 4) Изменяется по закону синуса.
- 5) Изменяется по закону косинуса.

Задание 15. Экологически наиболее чистым топливом на тепловых станциях является:

- 1) Мазут.
- 2) Уголь.
- 3) Торф
- 4) Газ.

Сырая нефть.

Задание 16. Вредные выбросы на тепловых электростанциях содержатся:

- 1) Только в дымовых газах.
- 2) Только в сточных водах.
- 3) Только в удаляемых золе и шлаке.
- 4) Во всех этих перечисленных средах.
- 5) Только в дымовых газах, золе и шлаке.

Задание 17. Дымовая труба на тепловых электростанциях используется:

- 1) Только для создания тяги.
- 2) Для создания тяги и уменьшения концентрации вредных выбросов в атмосфере вблизи энергетической установки.
- 3) Для поддержания нужной температуры горения топлива.
- 4) Как предохранительное устройство.
- 5) Для увеличения коэффициента избытка воздуха в топке.

Задание 18. В циклоне газ очищается:

- 1) От содержащихся в нем вредных газовых примесей.
- 2) От содержащейся в нем пыли.
- 3) От того и другого.
- 4) От кислорода воздуха.
- 5) От водяных паров.

Задание 19. Наиболее вредными выбросами в дымовых газах являются:

- 1) Водяной пар.
- 2) Азот.
- 3) Оксиды серы и азота.
- 4) Несгоревший кислород.
- 5) Углекислый газ.

Задание 20. Парижское соглашение по защите окружающей среды:

- 1) Является обязательным для исполнения всеми странами.
- 2) Носит рекомендательный характер.
- 3) Касается только стран, производящих максимальные выбросы в атмосферу.
- 4) Касается только развивающихся стран.
- 5) Касается стран, производящих минимальны выбросы в атмосферу.

6.1.3. Тематика заданий на расчетно-графическую работу

«Тепловой расчет барабанной сушилки и изображение ее технологической схемы»

Каждый студент имеет свой индивидуальный вариант задания с соответствующими исходными данными. Исходные данные студент выбирает из табл. 7.1 согласно своему варианту задания (номер варианта задания соответствует списочному номеру студента в журнале преподавателя).

Пояснения к заданию: при сушке материала топочными газами топочные газы получают путем сжигания газа в топке. Топливо – природный газ, состав которого необходимо взять из таблицы 2 согласно номеру своего варианта.

Сжигание природного газа осуществляется в топке, после которой к топочным газам подмешивается воздух для понижения температуры дымовых газов до значения, при котором они подаются в сушилку. При использовании в качестве сушильного агента воздуха последний подогревается в теплогенераторе-воздухонагревателе непрямого нагрева.

РГР представляется в соответствии с заданием в виде расчетно-пояснительной записки, содержащей описание технологической схемы сушильной установки и расчетов. Защита РГР в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Таблица 7.1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

№ варианта	Высушиваемый материал	G_k , т/ч	Сушильный агент	$t_{с.н.}$, °С	W_n , %	W_k , %	Напряжение барабана по влаге, $A \cdot 10^3$ кг/(м ³ с)
1.	сахар-песок	20	воздух	120	1,5	0,13	0,0025
2.	молочный сахар	0,36	воздух	110	12	0,15	0,002
3.	пшеница	8	топочные газы	130	20	14	0,007
4.	жом	7,2	топочные газы	800	80	12	0,050
5.	кормовая мука	1,25	топочные газы	700	5	0,5	0,020
6.	соль	1,1	топочные газы	300	7,7	0,11	0,008
7.	крупа гречневая	2,5	топочные газы	140	20	14	0,012
8.	рис	3	топочные газы	120	22	13	0,008

Таблица 7.2

Характеристики газообразных топлив

№ варианта	Месторождение	Состав газа, % по объему							Q_n^c , МДж/м ³	ρ_n^c , кг/м ³
		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂ и др.		
1.	Северо-Ставропольское	98,7	0,33	0,12	0,04	0,01	0,1	0,7	35,9	0,725
2.	Елшанское (Саратовское)	94	1,2	0,7	0,4	0,2	0,2	3,3	35,9	0,765
3.	Оренбургское	92,7	2,2	0,8	0,3	0,2	0,2	3,6	34,2	0,780
4.	Уренгойское	92,6	2,0	0,7	0,5	0,2	0,3	3,7	33,5	0,775
5.	Юбилейное	98,4	0,07	0,03	-	-	0,4	1,1	32,93	0,726
6.	Медвежье	85,9	4,7	3,1	1,6	1,0	0,5	3,2	37,4	0,866
7.	Березовское	94,3	1,2	0,3	0,1	0,6	0,5	3,0	32,8	0,755
8.	Уренгойское	92,6	2,0	0,7	0,5	0,2	0,3	3,7	33,5	0,775

Q_n^c - низшая теплота сгорания сухого газообразного топлива при нормальных физических условиях; ρ_n^c - плотность сухого газа при нормальных физических условиях.

Литература, рекомендуемая к выполнению РГР

№ п/п	Автор, название, издательство, год издания
1.	Рудобашта С.П. Теплотехника. Учебник для вузов. М.: Перо. 2015. – 672 с.

№ п/п	Автор, название, издательство, год издания
2.	Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. Изд. 2-е, перераб. и дополн. Под ред. засл. деятеля науки и техники РФ, д.т.н., проф. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия: 1991. – 494 с.
3.	Гришин М.А., Атаназевич В.И., Семенов Ю.Г. Установки для сушки пищевых продуктов. Справочник. М.: ВО «Агропромиздат». 1989. – 216 с.
4.	Рудобашта С.П., Ильяхин М.С., Сидоренков М.С. Расчет процессов сушки сельскохозяйственной продукции. М.: МГАУ. 1987. – 109 с.

6.1.4. Перечень вопросов для защиты РГР

1. По каким условиям определяется расход воздуха в животноводческом помещении?
2. Какая система отопления применяется в животноводческом помещении и почему?
3. В каких устройствах нагревают воздух, подаваемый в систему вентиляции животноводческого помещения?
4. Вентиляторы какого типа применяют в животноводческих помещениях для принудительной подачи воздуха в холодный период года?
5. Что такое «угловой коэффициент теплообмена»?
6. До какой температуры надо нагревать воздух при подаче его в животноводческое помещение – до температуры удаляемого воздуха или до какой-то иной?
7. Как найти температуру воздуха на выходе из калорифера?
8. Какой способ применяется для экономии затрат энергии на подогрев приточного воздуха в животноводческом помещении?
9. Что такое «теплообменник-утилизатор» в системе отопления и вентиляции животноводческого помещения? Как он устроен?
10. Какие есть проблемы в его работе?
11. Какие существуют способы снятия перегревов в животноводческом помещении в летний период?
12. Что такое «испарительное охлаждение» в животноводческом помещении»? Когда оно используется?
13. Какие Вы знаете конструкции испарительных охладителей?

6.1.5. Перечень устных вопросов к зачету с оценкой

1. Классификация топливно-энергетических ресурсов.
2. Основные виды топливно-энергетических ресурсов.
3. Невозобновляемые энергетические ресурсы. Использование различных видов органического топлива при получении электроэнергии на ТЭС России.
4. Возобновляемые энергетические ресурсы.
5. Выработка электрической энергии различными электростанциями России.
6. Выработка тепловой энергии различными источниками России.
7. Оценка количества вырабатываемой энергии в мире и по регионам и прогнозе дальнейшей выработки.

8. Классификация теплосиловых установок.
9. Схема паросиловой установки (ПСУ).
10. Изображение цикла паросиловой установки) в $p-v$, $T-s$ и $h-s$ диаграммах.
11. Повышение КПД паросиловых установок за счет увеличения температуры и давления перегретого пара (показать в $h-s$ диаграмме).
12. Цикл паросиловой установки с вторичным перегревом пара. КПД цикла.
13. Регенеративный цикл паросиловой установки. КПД цикла.
14. Ограничения по параметрам пара (температура и давление) перед турбиной и после нее в паросиловых установках (ПСУ). Пределы повышения термического КПД ПСУ.
15. Теплофикация. Паросиловая установка, содержащая турбину с противодавлением.
16. Теплофикация. Паросиловая установка, содержащая турбину с регулируемым отбором пара.
17. Целесообразность сооружения паротурбинных установок максимальной мощности.
18. Парогазовые установки как ключевое направление развития большой стационарной теплоэнергетики. Принципиальная схема парогазовой установки (ПГУ). Ее составные части.
19. Преимущества парогазовой установки (ПГУ) перед паросиловой установкой. Недостатки ПГУ.
20. Конденсационные теплоутилизаторы (КТУ): назначение, преимущества, применение.
21. Методы защиты газодымового тракта от конденсации пара на поверхностях дымовых труб и газоходов.
22. Распределенное производство энергии как альтернатива централизованному.
23. Преимущества централизованного производства энергии.
24. Состояние и перспективы развития распределенной энергетики.
25. Диапазон мощностей отдельных агрегатов, используемых при распределенном производстве энергии.
26. Состояние и перспективы применения различных видов энергетических установок в распределенной энергетике.
27. КПД паротурбинных и газотурбинных энергетических установок.
28. Факторы, определяющие целесообразность использования типа энергогенерирующей технологии (централизованная или распределенная).
29. Специфические факторы, благоприятствующие развитию сектора распределенной энергетики России.
30. Критерии первоначального выбора энергетической технологии.
31. Виды энергетических установок, применяемых при распределенном производстве энергии.
32. Газотурбинные установки (ГТУ): ее составные части, применяемое топливо, единичная мощность, преимущества, область применения.

33. Основные типы современных газотурбинных установок. Отечественные производители ГТУ.
34. Влияние мощности энергетической установки на стоимость ее обслуживания.
35. Схема отопительной газотурбинной установки по выработке электрической энергии (ГТУ-ТЭЦ).
36. Электрическая и тепловая эффективность газотурбинных установок ведущих фирм-производителей.
37. Достоинства и недостатки газотурбинных установок (ГТУ).
38. Типы поршневых двигателей, применяемых в установках распределенного производства энергии. Их достоинства и недостатки по отношению к друг другу.
39. Классификация дизельных двигателей.
40. КПД различных типов дизельных двигателей.
41. Классификация газопоршневых двигателей (ГПД) по виду топлива.
42. Тепловой баланс дизельного двигателя без утилизации теплоты и с утилизацией теплоты.
43. Зависимость удельных капитальных затрат газотурбинных и газопоршневых двигателей от мощности установки.
44. Продолжительность срока службы и надежность газотурбинных и газопоршневых агрегатов.
45. Сравнение ГТУ и ГПД по величине эксплуатационных затрат и удобству эксплуатации.
46. Сравнение затрат на техническое обслуживание электростанции с использованием ГТУ и ГПД.
47. Котельные установки для производства горячей воды и пара в распределенной энергетике: перспективность применения, параметры горячей и холодной воды.
48. КПД водогрейных и паровых котлов малой и средней мощности.
49. Нецелесообразность использования конденсационных ПТУ на установках распределенного производства энергии.
50. Техничко-экономические показатели ПТУ различных типов, применяемых при распределенном производстве энергии.
51. Компрессоры: изотермический, адиабатный, политропный. Работа изотермического, адиабатного и политропного компрессоров.
52. Мертвое пространство и его влияние на работу компрессора.
53. Многоступенчатый компрессор.
54. Направления развития компрессоров.
55. Трансформаторы теплоты: холодильные машины и тепловые насосы. Общая характеристика, типы, область применения.
56. Холодильный коэффициент и коэффициент преобразования.
57. Газокомпрессионная холодильная установка: схема, изображение цикла и его анализ.
58. Парокомпрессионная холодильная установка: схема, изображение цикла и его анализ.

59. Зависимость холодопроизводительности парокомпрессионной холодильной установки от температуры в испарителе.
60. Рабочая и стандартная (нормальная) холодопроизводительность холодильной установки.
61. Принципиальная схема парокомпрессионного теплового насоса.
62. Абсорбционная холодильная установка: схема, изображение цикла и его анализ.
63. Направления развития холодильных установок.
64. Влияние тепловых электростанций на окружающую среду: источники загрязнений.
65. Предельно допустимая концентрация (ПДК) выбросов при наличии различных вредных компонентов.
66. Загрязнение атмосферы газовыми выбросами ТЭС.
67. Влияние вида топлива, применяемого на ТЭС, на загрязнение окружающей среды.
68. Мероприятия, применяемые для снижения отрицательного воздействия на окружающую среду вредных выбросов ТЭС.
69. Очистка дымовых газов от механических примесей.
70. Предварительная подготовка топлива в целях снижения вредных выбросов на ТЭС.
71. Снижение выхода оксидов азота путем предварительной подготовки топлива.
72. Снижение выхода оксидов азота на ТЭС путем предварительной подготовки топлива.
73. Снижение выхода оксидов серы в дымовых газах ТЭС.
74. Очистка водных стоков на ТЭС: нормализация кислотности (рН).
75. Очистка водных стоков на ТЭС от нефтяного топлива.
76. Сравнение экологических аспектов централизованной и распределенной систем производства энергии.
77. Киотский протокол по защите окружающей среды. Соглашение парижской конференции ООН по охране окружающей среды.
78. Пути решения проблемы парникового эффекта.

6.1.6. Примеры типовых задач

Задачи по разделу 1 «Современные проблемы теплоэнергетики»

Задача 1 (увеличение температуры перегрева пара)

Условие задачи: паросиловая установка работает по циклу Ренкина на перегретом паре. Параметры пара перед турбиной p_1 и t_1 , давление в конденсаторе $p_2 = 5$ кПа. После реконструкции установки температура перегрева пара доведена до $t_{1,p}$. Определить, как изменится КПД цикла и располагаемый теплоперепад.

Теоретические процессы расширения пара в турбине до и после реконструкции построить в h, s – координатах, показав их вместе с верхней пограничной кривой. Определить параметры пара в характерных точках цикла до и после реконструкции.

Исходные данные: $p_1 = 2,5$ МПа; $t_1 = 300^\circ\text{C}$; $t_{1,p} = 475^\circ\text{C}$.

Задача 2 (увеличение давления пара перед турбиной)

Условие задачи: паросиловая установка работает по циклу Ренкина на перегретом паре. Параметры пара перед турбиной p_1 и t_1 , давление в конденсаторе $p_2 = 5$ кПа. После реконструкции установки давление пара доведено до $p_{1,p} = 5$ МПа. Определить, как изменится КПД цикла и располагаемый теплоперепад. Теоретические процессы расширения пара в турбине до и после реконструкции построить в h, s – координатах, показав их вместе с верхней пограничной кривой.

Определить параметры пара в характерных точках цикла до и после реконструкции.

Исходные данные: $p_1 = 2,5$ МПа; $t_1 = 300^\circ\text{C}$; $p_{1,p} = 5$ МПа.

Задача 3 (увеличение температуры перегрева пара и давления пара перед турбиной)

Условие задачи: паросиловая установка работает по циклу Ренкина на перегретом паре. Параметры пара перед турбиной p_1 и t_1 , давление в конденсаторе $p_2 = 5$ кПа. После реконструкции установки давление пара доведено до $p_{1,p} = 5$ МПа, а температура перегрева пара до $t_{1,p}$.

Определить, как изменится КПД цикла и располагаемый теплоперепад. Теоретические процессы расширения пара в турбине до и после реконструкции построить в h, s – координатах, показав их вместе с верхней пограничной кривой. Определить параметры пара в характерных точках цикла до и после реконструкции.

Исходные данные: $p_1 = 2,5$ МПа; $t_1 = 300^\circ\text{C}$; $p_{1,p} = 5$ МПа; $t_{1,p} = 475^\circ\text{C}$.

Задача 4 (вторичный перегрев пара)

Условие задачи: паросиловая установка работает по циклу Ренкина на перегретом паре. Параметры пара перед турбиной $p_1 = 110$ бар, и $t_1 = 500^\circ\text{C}$, давление пара в конденсаторе $p_2 = 0,004$ бар. Введен вторичный перегрев пара при $p_1 = 30$ бар до начальной температуры $t_1 = 500^\circ\text{C}$.

Определить:

- 1) степень сухости пара после турбины в базовом варианте и в схеме с вторичным перегревом пара,
- 2) КПД цикла в базовом варианте и в варианте с вторичным перегревом пара.

Задача 5 (регенеративный подогрев питательной воды)

Условие задачи: на паросиловой установке, работающей по циклу Ренкина на перегретом паре, введен регенеративный подогрев питательной воды. Параметры пара перед турбиной $p_1 = 110$ бар, $t_1 = 475^\circ\text{C}$, давление пара в конденсаторе $p_2 = 0,04$ бар.

Определить КПД цикла:

- 1) в базовом варианте,
- 2) в цикле с подогревом питательной воды.

Задача 6 (цикл ПСУ на ТЭЦ с противоаварийной турбиной)

Условие задачи: на заводской ТЭЦ установлены две паровые турбины с противоаварийным давлением мощностью 4000 кВт каждая. Весь пар из турбины направляется на производство, откуда он возвращается назад в котельную в виде конденсата при температуре конденсации. Турбины работают с полной нагрузкой

при следующих параметрах пара: $p_1 = 35$ бар, $t_1 = 435^\circ\text{C}$, $p_2 = 0,04$ бар. Принимая, что установка работает по циклу Ренкина.

Определить часовой расход топлива, если КПД котельной $\eta_k = 0,84$, а теплота сгорания топлива $Q_{\text{рн}} = 28470$ кДж/кг.

Задача 7 (паросиловая установка на ТЭЦ работает с отдельной выработкой электрической и тепловой энергии)

Условие задачи: на заводской ТЭЦ установлены две паровые турбины с противодавлением мощностью 4000 кВт каждая. Осуществляется отдельная выработка электроэнергии в конденсационной установке и тепловой энергии в котельной низкого давления. Конечное давление пара в конденсационной установке $p_2 = 0,04$ бар. КПД котельных высокого и низкого давления $\eta_k = 0,84$.

Теплота сгорания топлива $Q_{\text{рн}} = 28470$ кДж/кг. Турбины работают с полной нагрузкой при следующих параметрах пара: $p_1 = 35$ бар, $t_1 = 435^\circ\text{C}$, $p_2 = 0,04$ бар.

Определить:

- 1) удельный расход пара через турбину d_0 кг/(кВт-ч);
- 2) полный расход пара через турбину D_0 , кг/ч;
- 3) расход топлива в котельной высокого давления, B_1 , кг/ч;
- 4) расход топлива в котельной низкого давления, B_2 , кг/ч;
- 5) суммарный расход топлива, кг/ч;
- 6) коэффициент использования топлива k .

Задача 8 (расчет ПГУ с одноконтурным котлом-утилизатором)

Условие задачи:

- 1) эффективная мощность газовой турбины $N_e = 25$ МВт;
- 2) температура наружного воздуха $T_n = 288$ К;
- 3) температура воздуха на входе в компрессор ГТУ $T_1 = T_n = 288$ К;
- 4) температура газов перед газовой турбиной ГТУ $T_3 = 1518$ К;
- 5) температура газов за газовой турбиной ГТУ $T_4 = 738$ К;
- 6) расход выхлопных газов газовой турбины $G_g = 90$ кг/с;
- 7) давление наружного воздуха; $p_n = 0,103$ МПа;
- 8) механический КПД ГТУ, учитывающий механические потери в компрессоре, в газовой турбине и электрогенераторе $\eta_{\text{мех.}} = 0,98$;
- 9) коэффициент потерь давления воздуха в комплексном воздухоочистительном устройстве (КВОУ) $\sigma_{\text{вх}} = 0,98$;
- 10) коэффициент потерь давления газов в камере сгорания $\sigma_{\text{КС}} = 0,985$;
- 11) коэффициент потерь давления газов в котле-утилизаторе, учитывающий его аэродинамическое сопротивление $\sigma_{\text{ку}} = 0,97$;
- 12) КПД компрессора, учитывающий потери при сжатии воздуха в компрессоре $\eta_k = 0,83$;
- 13) КПД турбины, учитывающий потери при расширении газов в турбине $\eta_T = 0,88$.

Определить электрический КПД ПГУ.

Задача 9 (расчет контактного теплоутилизатора)

Условие задачи:

- 1) тип утилизатора – орошаемый насадочный скруббер;
- 2) тип насадки: кольцевая керамическая, загруженная в навал;

- 3) температура дымовых газов на выходе из теплоутилизатора $t_{г,ух} = 40^{\circ}\text{C}$;
 - 4) температура воды на входе в теплоутилизатор $t_{в,н} = 5^{\circ}\text{C}$;
 - 5) тип котлоагрегата Е-10-14ГМ;
 - 6) вид топлива: попутный газ Каменный лог-Пермь.
- Определить:** рабочий объем насадки.

Задачи по разделу 2. «Современные проблемы теплотехники и теплотехнологий»

Задача 1 (расчет тепловой мощности аппарата воздушного охлаждения АВГ-160)

Условие задачи: имеется аппарат воздушного охлаждения АВГ-160, у которого:

- 1) площадь гладкой поверхности теплообмена: 9940 м^2 ;
 - 2) длина труб: 6 м;
 - 3) коэффициент оребрения труб 14,6;
 - 4) количество секций 4;
 - 5) коэффициент теплоотдачи со стороны воды $\alpha_2 1500 \text{ Вт}(\text{м}^2 \text{ К})$;
 - 6) коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха для неоребреной поверхности:
- $\alpha_1 = 50 \text{ Вт}(\text{м}^2\text{К})$.

Определить: передаваемую тепловую мощность Φ , кВт.

Задача 2 (расчет теплообменника на тепловых трубах термосифонах)

Условия задачи:

- 1) передаваемая тепловая мощность $\square = 100 \text{ кВт}$;
- 2) температура горячего воздуха на входе в теплообменник $t_{г,н} = 100^{\circ}\text{C}$;
- 3) температура горячего воздуха на выходе из теплообменника $t_{г,к} = 40^{\circ}\text{C}$;
- 4) температура холодного воздуха на входе в теплообменник $t_{х,н} = 20^{\circ}\text{C}$;
- 5) температура холодного воздуха на выходе из теплообменника $t_{х,к} = 60^{\circ}\text{C}$;
- 6) теплообменник работает по схеме противотока;
- 7) теплоноситель в тепловой трубе – вода при давлении $p = 0,123 \text{ ата}$;
- 8) скорости горячего и холодного потоков $v_{г} = v_{х} = 15 \text{ м/с}$;
- 9) тепловые трубы имеют оребрение, коэффициент оребрения $k_{ор} = 14,8$;
- 10) коэффициент тепловой эффективности ребра $\psi = 0,7$;
- 11) геометрические размеры тепловой трубы: диаметр $d = 25 \times 2 \text{ мм}$, длина $l = 1 \text{ м}$, длина испарительной части трубы $l_{и} = 0,6 \text{ м}$, длина конденсационной части трубы $l_{к} = 0,4 \text{ м}$;
- 12) материал тепловой трубы – латунь (коэффициент теплопроводности $\lambda = 100 \text{ Вт}(\text{м К})$).

Определить: количество тепловых труб, которые надо разместить в теплообменнике.

Задача 3 (расчет числа тарелок ректификационной колонны)

Условие задачи: на тарельчатой ректификационной колонне, работающей под атмосферным давлением, разделяется смесь «метиловый спирт-вода».

Мольная доля метилового спирта в исходной смеси $x_f = 0,3$, в дистилляте $x_p = 0,9$, в кубовом остатке $x_w = 0,05$. Флегмовое число $R = 2$. Зависимость коэффициента обогащения от η от состава жидкости приведена в прилагаемой таблице.

Определить: число действительных тарелок ректификационной колонны, используя уточненный метод с построением кинетической линии.

Задача 4 (расчет продолжительности экстрагирования)

Условие задачи: имеется экстрактор, в котором в замкнутом объеме (периодический процесс по обеим фазам) проводится процесс экстрагирования низкомолекулярных соединений (НМС) из крошки поликапроамида.

Данные для расчета:

- 1) единовременная загрузка крошки поликапроамида $G = 300$ кг;
- 2) единовременная загрузка экстрагента (воды) $L = 540$ кг (модуль экстракции, т.е. отношение твердой фазы к внешней фазе), равен: $G/L = 0,555$);
- 3) температура процесса $t = 95^\circ\text{C}$;
- 4) начальная относительная массовая доля НМС в крошке твердой фазы) $u_n = 0,12$ кг/(кг твердый);
- 5) конечная относительная массовая доля НМС в крошке твердой фазы) $u_k = 0,03$ кг/(кг твердый);
- 6) гранулы имеют цилиндрическую форму ($2R = 2,35 \cdot 10^{-3}$ м, $l = 4 \cdot 10^{-3}$ м);
- 7) для интенсификации процесса в аппарате осуществляется перемешивание смеси.

Определить: продолжительность экстрагирования.

Задача 5 (экономия энергии в сушилке за счет рециркуляции воздуха)

Условие задачи: процесс сушки проводится при частичной рециркуляции сушильного агента (воздуха) со смешением его с атмосферным воздухом перед калорифером при условии, что расход воздуха через сушилку такой же, что и в нормальном варианте сушки (без рециркуляции воздуха). Влагосодержание атмосферного воздуха $d_0 = 0,01$ кг/(кг сух. воздуха), температура атмосферного воздуха $t_0 = 20^\circ\text{C}$, температура его на входе в сушилку $t_1 = 100^\circ\text{C}$, после сушилки $t_2 = 50^\circ\text{C}$, угловой коэффициент сушки $\Delta = 0$, коэффициент рециркуляции принять равным $n_p = 1$.

Определить: экономию тепловой энергии.

Задача 6 (расчет мембранно-дистилляционной установки – МДУ- для опреснения морской воды)

Условие задачи:

- 1) производительность МДУ по испаренной влаге (пермеату) $M = 1$ м³/ч;
- 2) используется контактный мембранно-дистилляционный модуль (КМДМ) плоско-рамной конструкции;
- 3) мембраны – пленочные типа «Владипор, марки ММФК-2;
- 4) ширина мембраны $a_1 \sim 0,3$ м;
- 5) ширину рабочей части мембраны $a = 0,27$ м;
- 6) температура морской воды (горячего потока) на входе в МДМ $t_{г.н} = 70^\circ\text{C}$;
- 7) температура морской воды на выходе из МДМ $t_{г.к} = 40^\circ\text{C}$;
- 8) температура холодного потока (охлажденного дистиллята) на входе в МДМ $t_{х.н} = 20^\circ\text{C}$;

9) температура холодного потока (охлажденного дистиллята) на выходе из

МДМ $t_{x.k} = 300\text{C}$;

10) расстояние между пластиной и мембраной $b = 0,002\text{ м}$;

11) массовая доля солей в морской воде $x_n = 0,041\text{ кг}/(\text{кг раствора})$;

12) массовая доля солей в морской воде на выходе из аппарата $x_k = 0,0592\text{ кг}/(\text{кг раствора})$;

13) высота рабочей поверхности мембраны $H = 1,2\text{ м}$;

Определить: число устанавливаемых мембран.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника.

Для допуска к зачету с оценкой 2 курс 3 семестр необходимо: выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, задач и тестирования, а также выполнение расчётно-графической работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и тепло-технологий» применяется традиционная система оценки текущего и промежуточного контроля освоения программы.

Знания оцениваются:

- 2 курс 3 семестр: по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»;

Критерии оценивания промежуточного контроля (зачет с оценкой)

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно. Студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с проблемами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета,

	<p>определенному программой дисциплины; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный</p>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	<p>оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа зачетных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий. Студентом основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – не сформированы</p>

Критерии оценивания письменного и устного опроса

Таблица 9

Оценка	Критерии оценивания
«зачтено»	- заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя, представил результаты тестирования на учебно-методическом портале sdo.timacad
«незачтено»	- заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты тестирования на учебно-методическом портале sdo.timacad

Критерии оценивания защиты практических занятий

Таблица 10

Оценка	Критерии оценивания
практические занятия «зачтена»	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; практическая работа оформлена, выполнены все задания практической работы. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя, представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А4
практические занятия «незачтена»	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; практическая работа оформлена, но в ее оформлении содержатся грубые ошибки. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А4

Критерии оценивания расчетно-графической работы

Таблица 11

Оценка	Критерии оценки
«зачтено»	Расчетно-графическая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, чертежи выполнены точно и верно. Студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. При оформлении работы выполнен набор текста в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А1. При защите расчетно-графической работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков
«незачтено»	Расчетно-графическая работа не выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, чертежи выполнены не точно и не верно. Студентом не сформулированы собственные аргументированные выводы по теме. Студент не владеет специальной терминологией; присутствуют стилистические и грамматиче-

ские ошибки. При оформлении работы не выполнен набор текста в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А1. При защите расчетно-графической работы студентом не продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Рудобашта, С.П. / С.П. Рудобашта. Теплотехника. Учебник для вузов. [текст]. М.: Перо. 2015. – 672 с.
2. Рудобашта С.П. / С.П. Рудобашта, Э.М. Карташов. Химическая технология: диффузионные процессы. Часть 1. 3-е издание. Учебник для вузов. [текст] М.: Юрайт. 2019. – 262 с.
3. Рудобашта С.П. / С.П. Рудобашта, Э.М. Карташов. Химическая технология: диффузионные процессы. Часть 2. 3-е издание. Учебник для вузов. [текст] М.: Юрайт. 2018. – 295 с.
4. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.; под ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко. Учебник для вузов. [текст] М.: Изд. дом МЭИ. 2010. – 423 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Ольгаренко, Г.В. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справ. – [текст] М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.
2. Безруких, П.П. Использование энергии ветра [Текст] : учебное пособие / П. П. Безруких. - М. : Колос, 2008. - 196 с.
3. Рудобашта, С.П., Бабичева, Е.Л. Теплоснабжение агропромышленных комплексов. Учебное пособие – М [текст].: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 166 с.
4. Александров, А.А. / А.А. Александров, Б.А. Григорьев. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Справочник. [текст]. М.: МЭИ. 1999. – 158 с.
5. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т. 1-4. [текст] Калуга. Изд. дом Н. Бочкаревой. 2002.

7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Александров, А.А. и др. Справочные таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Изд-во: МЭИ. 1999. – 169 с.
2. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы. Справочник в 4-х кн. Книга 1 / Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Изд – во МЭИ. 1999. – 528 с.
3. Каталог – справочник: Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования: Справочник. Т. 1 -3. - Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2001. – 988 с.
4. Плакат «Регенеративный теплообменник».

5. Плакат: настенная h,s- диаграмма водяного пара.
6. Плакат: настенная H,d-диаграмма влажного воздуха.
7. Плакат, иллюстрирующий схему работы паросиловой установки и изображение цикла ее работы в «p-v», «T-s» и «h-s» координатах.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <https://portal.timacad.ru/> – учебно-методический портал (открытый доступ).
2. <http://rucont.ru> – электронно-библиотечная система (открытый доступ).
3. <http://www2.viniti.ru> – Базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).

Таблица 12

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1. Современные проблемы теплоэнергетики	MS Word MS Power Point	Оформительская Презентация	Microsoft Autodesk	2010
2	Раздел 2. Современные проблемы тепло-техники и теплотехнологий.	MS Word MS Power Point	Оформительская Презентация	Microsoft Autodesk	2010

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Практические занятия проводятся в 24 корпусе в кабинетах № 201, № 214, № 314 в аудиторное время, либо в лаборатории во внеаудиторное время. Учебные классы кафедры оснащаются наглядными демонстрационными моделями, макетов устройств, стендами.

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Таблица 13

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 содержит: 1) проектор NEC NP60 DLP 1024*768,300 для слайд-презентаций (Инв.№ 210134000002560); 2) проекционный экран с электроприводом Digis Electra 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) лабораторный прибор ИТ-12 (Инв.№ 410134000001428); 2) прибор измерения температуры (Инв.№ 410134000002554); 3) лабораторная ректификационная установка из

	модулей ЛУММАРК (Инв.№ 410134000001849); 4) стенд для исследования процесса инфракрасной сушки (Инв.№ 210134000001932); 5) экран Projecta SlimScreen 200*200 cv Matte White S настенный (Инв.№ 568938); 6) тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002256); 7) комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка, проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798); 8) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632954); 9) компьютер (Инв.№ 210134000001864)
Лаборатории № 314 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002255); 2) шкаф сушильный ШС-80-01 (200С) (Инв.№ 210134000002808); 3) минианемометр Testo 405-V1 (0560-4051) (Инв.№ 210134000002561); 4) инфракрасный термометр MS Plus (Инв.№ 210134000002609); 5) весы CAS MWP-300H (Инв.№ 568008); 6) экран настенный Projecta SlimScreen (Инв.№ 210134000002855); 7) проектор для слайд-презентаций (Инв.№); 8) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632955); 9) 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 студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» 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 (Power Point), 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.

Пример выполнения типовой задачи

Учебный материал поделен на отдельную тему раздела.

Для студентов разработаны следующие типы заданий:

- записать определение основных понятий, выделить основные признаки понятия, перечислить примеры применения понятия в современной науке и технике (с учетом специализации студентов), составить логические связи понятия с изученными ранее и др.;
- формулировать теорему, аксиому, записать формулу, пояснить на примере применение теоремы и т.д.;
- заполнить таблицу, дополнить схему и т.п.;
- ставить алгоритм (например: «изучите методические рекомендации к решению задач по определению реакций опор балок и составьте алгоритм решения задач по теме»);
- решить типовые задачи.

При разработке заданий для студентов учитывался принцип нарастания трудности. При изучении тем студентам предлагаются подробно разработанные задания, которые ориентированы на развитие умений выделять главное, приводить примеры и конспектировать содержание учебного материала.

Студентам предлагается самостоятельно законспектировать ключевые вопросы темы. При этом в пособии приведены иллюстрации, помогающие студентам найти нужный материал в различных источниках. При изучении темы студентам необходимо самостоятельно составить ответ на каждый вопрос темы. При этом им не предлагается опорных иллюстраций. Таким образом, происходит обучение самоорганизации, формирование умений дидактической переработки материала и развитие умений работы с книгой.

По некоторым темам дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» студентам предлагается решить комплекс типовых задач различного уровня и степени сложности, что способствует формированию компетенций. При разработке заданий большое внимание уделяется развитию навыков самоконтроля. Так к большинству заданий, приведённых в пособии, даны ответы, которые помогают студентам осуществлять текущий самоконтроль за качеством освоения учебного материала. Нами также были подобраны устные вопросы, которые выполняют контролирующую функцию проверки уровня освоения теоретического материала, которые выполняют функцию контроля уровня сформированности компетенций по дисциплине.

Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные практические занятия и тестирование) должны быть ликвидированы.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать тему и представить преподавателю, проводящему данный вид занятия, конспект занятия. Студент, пропустивший занятия обязан отработать пропущенные практические работы. Отработка практических работ осуществляется в присутствии преподавателя.

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к зачету с оценкой должен предоставить рукописный конспект лекций по пропущенным темам, а также самостоятельно изучить материалы на учебно-методическом портале (открытый доступ) по ссылке <https://portal.timacad.ru/>.

Студент получает допуск к зачёту с оценкой если выполнены и защищены практические работы, задачи и расчётно-графическая работа, 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 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» 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, 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 разработал: Рудобашта С.П., д.т.н., профессор

« _____ » « _____ » 202__ г. _____
(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

Б1.В.03.03 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» ОПОП ВО по направлению 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий (квалификация выпускника – магистрант)

Андреева Сергея Андреевича, доцентом кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом экономических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» ОПОП ВО по направлению **13.04.02** – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий (квалификация выпускника – магистрант), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехника, гидравлика и энергообеспечения предприятий (разработчик – Рудобашта Станислав Павлович, д.т.н., профессор кафедры теплотехника, гидравлика и энергообеспечения предприятий).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **13.04.02** – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий. 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 базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **13.04.02** – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» закреплены компетенции: ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос-3 (ПКос-3.1). Дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» 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 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» составляет 2 зачётные единицы (72 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **13.04.02** – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий 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 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержа-

щимся во ФГОС ВО направления **13.04.02** – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (письменный и устный опрос, решение типовых задач, тестирования, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и участие в мозговых штурмах и ролевых играх; практических работ и работа над домашним заданием в виде проектирования и аудиторных заданиях – работа с научными текстами).

11. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачёта с оценкой в 3 семестре, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1.В.03.03 ФГОС ВО направления **13.04.02** – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 5 наименований, методические указания – 7 источников, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС направления **13.04.02** – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения дают представление о специфике обучения по дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» ОПОП ВО по направлению **13.04.02** – Электроэнергетика и электротехника, направленность Энергообеспечение предприятий (квалификация выпускника – магистрант), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» Рудобаштой С.П., д.т.н., профессором кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечение предприятий соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Андреев С.А., кафедрой «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 _____ « 14 » 10 2022 г.

(подпись)