

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич

Должность: Исполнитель директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкina

Дата подписания: 04.03.2025 13:13:35

Уникальный программный ключ:

3097683b3857fe8e27027e8eb4c5f15ba5ab904



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. Горячкina
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ:

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



А.Г. Арженовский

«_____» 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.03.03 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ,
ТЕПЛОТЕХНИКИ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Энергообеспечение предприятий

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Нормов Д.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Кукушкина Т.С., ассистент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко, протокол № 17 от «16» июня 2025 г.

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Протокол № 5 от «20» июня 2025 г.

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

Нормов Д.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«16» июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Миронова А.В.

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.....	15
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	15
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	17
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	23
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	24
6.1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЩИТЕ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ)	24
6.1.2. ТЕМАТИКА ПРИМЕРНЫХ ЗАДАЧ	24
6.1.3. ПРИМЕР ТЕСТИРОВАНИЯ.....	24
6.1.4. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ЗАДАНИЙ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ, ТЕПЛОТЕХНИКИ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ»	28
6.1.5. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ..	35
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	35
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	36
7.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	36
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	37
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем перечень программного обеспечения	37
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	37
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины ..	38
Виды и формы отработки пропущенных занятий	39
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине	40

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.В.03.03 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» для подготовки магистров по направлению 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, 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 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий, магистратура.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируется следующие компетенции: ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2).

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-utiлизаторы. 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: 3 зачетные единицы (108 часов).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой, расчетно-графическая работа.

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, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube.

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 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий, магистратура.

Предшествующими дисциплинами являются курсы: Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии (1 курс, 2 семестр); Моделирование в теплоэнергетике (1 курс, 2 семестр); Теория эксперимента (1 курс, 2 семестр); Применение гидро- и теплотехнологий в АПК (1 курс, 2 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: Надежность теплоэнергетических систем (2 курс, 3 семестр); Интеллектуальные системы в теплоэнергетике (2 курс, 3 семестр).

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

Особенностью дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» является то, что сформированные компетенции 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 компе- тенции (или её части)	Индикаторы ком- петенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен рассчитывать и проектировать теплотехническое оборудование, в котором используются традиционные, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	ПКос-1.1 Демонстрирует знания основных технических средств и методов математического моделирования теплотехнического оборудования	- современный уровень и перспективы развития в области проектирования и повышения эффективности теплотехнического оборудования и систем с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru; - приёмы и методы моделирования и расчёта оборудования с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor,	- применять современные компьютерные и информационные технологии при моделировании теплотехнических процессов и оборудования, поиске оптимальных решений и параметров работы, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и приме-	- применение методов расчёта теплотехнического оборудования и систем с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube; - применение методов математического моделирования теплотехнического оборудования и систем с целью поиска оптимальных решений в области повышения эффективности работы оборудования и систем

			<p>SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru;</p> <ul style="list-style-type: none"> - физическую сущность тепловых и гидродинамических процессов теплоэнергетического оборудования и особенности устройства и функционирования соответствующего оборудования с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru 	<p>нять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, PowerPoint, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube;</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать и ставить задачи исследования теплотехнического оборудования и систем, выбирать методы экспериментальной работы, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, <p>с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, PowerPoint и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube;</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведение экспериментального исследования работы теплотехнического оборудования и систем с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, PowerPoint и осуществлять комму-
--	--	--	---	--

				<p>PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube</p>	<p>никиации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применение методики обработки результатов исследований и анализа полученных результатов с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube
		<p>ПКос-1.2 Применяет методы и технические средства проектирования теплотехнического оборудования в АПК с использованием цифровых технологий</p>	<p>- возможности получения новых знаний и навыков с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых</p>	<p>- использовать современные цифровые технологии для саморазвития и самообучения, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием современных цифровых</p>	<p>- навыками использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office:</p>

		<p>технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru;</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы информационных технологий, применяемых в АПК с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru; - современные информационные технологии, применяемые в АПК с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифро- 	<p>инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube;</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать типовые задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием 	<p>Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube;</p> <ul style="list-style-type: none"> - приёмами работы в современных программных средствах профессионального назначения с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube;
--	--	---	---	--

		<p>вых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru</p>	<p>современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube;</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать современные информационные технологии для решения поставленных задач в своей профессиональной деятельности, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками решения стандартных задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции с использованием информационных технологий с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube
--	--	---	--	---

		<p>стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, PowerPoint, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять цифровые технологии для решения поставленных задач в своей профессиональной деятельности, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями 	
--	--	--	--

2.	ПКос-4	Способен преподавать учебные дисциплины (модули), проводить отдельные виды учебных занятий по программам ВО и (или) ДПП	ПКос-4.2 Владеет преподаваемой областью научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной знания и (или) профессиональной деятельности	преподаваемую область научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности, актуальные проблемы и тенденции её развития, современные методы (технологии) с использованием стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, PowerPoint, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube	планировать учебные занятия, использовать педагогически обоснованные формы, методы и приёмы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и навыками использования электронных образовательных и информационных ресурсов, современных образовательных технологий профессионального образования, психолого-педагогических основ и

			<p>информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru</p>	<p>образовательные технологии, в том числе посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с требованиями стандартов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube</p>	<p>методики применения технических средств обучения и других инструментов с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint, Pictochart, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube</p>
--	--	--	--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), 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	108	108
1. Контактная работа:	44,35	44,35
Аудиторная работа	44,35	44,35
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	14	14
практические занятия (ПЗ)	30	30
лабораторные работы (ЛР)	-	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	63,65	63,65
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	13	13
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию)	40,65	40,65
Подготовка к зачёту с оценкой	10	10
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	КРА	
Раздел 1. Современные проблемы теплоэнергетики	40,65	6	14		-	20,65
Раздел 2. Современные проблемы теплотехники и теплотехнологий	43	8	15		-	20
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	13					13
Подготовка к зачёту с оценкой	10					10
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-	-		0,35	-
Всего за 3 семестр	108	14	30	-	0,35	63,65
Итого по дисциплине	108	14	30	-	0,35	63,65

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 (пластиинчатый 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 тепловых труб 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 производственных процессах.

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 электроразряда 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 помещений

Нормативный микроклимат животноводческих помещений. Системы отопления, применяемые в животноводческих, птицеводческих и производственных 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 удаленного их помещения воздуха на нагрев приточного воздуха. Снятие перегревов в животноводческих, птицеводческих и производственных 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»				20
	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 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
	Тема 2. <i>Энергетиче-</i>	Лекция № 2 Энергетические установки на ТЭС и в	(ПКос-1 (ПКос-1.1,	Webinar, Яндекс Теле-	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	ские установки на ТЭС и в распределенной энергетике	распределенной энергетике	ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))	мост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	
		Практическое занятие № 1 Повышение КПД ПСУ за счет повышения давления пара и температуры пара (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 1 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 2 Расчет цикла с вторичным подогревом пара (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 2 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 3 Расчет цикла с регенеративным подогревом питательной воды (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 3 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 4 Теплофикация (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 4 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 5 Расчет ПГУ (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 5 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
	Тема 3 Защита окружающей среды от вредных выбросов на тепловых электростанциях	Лекция № 3 Защита окружающей среды от вредных выбросов на тепловых электростанциях	(ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 6 Выбор циклона. Расчет батарейного циклона (расчет и представление результатов с использованием информа-		Защита практической работы № 6 (решение задач Of-	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		ционных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)) Практическое занятие № 7 Расчет высоты дымовой трубы (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		fice: Word, Excel) (sdo.timacad.ru) Защита практической работы № 7 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	
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 Практическое занятие № 8 Расчет теплоотдачи при оребрении (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)) Практическое занятие № 9 Расчет коэффициента теплопередачи для тепловой трубы (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)) Практическое занятие № 10 Интенсификация массообмена (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)) Практическое занятие № 11 Аппараты воздушного охлаждения (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))	(ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru) Защита практической работы № 8 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru) Защита практической работы № 9 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru) Защита практической работы № 10 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru) Защита практической работы № 11 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2 2 2 2
	Тема 5 <i>Сушка сельскохозяйственной продукции</i>	Лекция № 5 Сушка сельскохозяйственной продукции	(ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 12 Энергосбережение за счет рециркуляции сушильного агента (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 12 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
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 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2	
	Практическое занятие № 13 Энергосбережение в процессах сушки (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 13 (sdo.timacad.ru)	3	
Тема 7 <i>Энергосбережение в системах отопления и вентиляции помещений</i>	Лекция № 7 Энергосбережение в системах отопления и вентиляции помещений	(ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2	
	Практическое занятие № 14 Энергосбережение в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 14 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru) Тестирование (sdo.timacad.ru)	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-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2)) 2. Состояние и перспективы развития тепловых электростанций и промышленных котельных, работающих на угле, по территории России (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))
2.	Тема 2 Энергетические установки на ТЭС и в распределении	1. Причины, обуславливающие развитие распределенной энергетики в мире и в России (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2)).

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ленной энергетике	2. Когенерация в распределенной энергетике (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))
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-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2)) 2. Обеззараживание жидких отходов на тепловых станциях (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))
4.	Тема 4 Интенсификация теплообмена	1. Интенсификация теплообмена за счет создания лунок на поверхности теплообмена (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2)) 2. Интенсификация теплообмена за счет накатки канавок на поверхности теплообмена (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))
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-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2)) 2. Энергосбережение при сушке за счет улучшения структуры потока фаз (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))
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-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2)). 2. Уравнение массопроводности (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))
7.	Тема 7 Энергосбережение в системах отопления и вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений	1. Энергосбережение при отоплении помещений (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2)). 2. Испарительное охлаждение зданий (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2))

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 лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
2.	Тема 2 Энергетические установки на ТЭС и в распределенной энергетике	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
3.	Тема 3 Защита окружающей среды от вредных выбросов на тепловых электростанциях	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
4.	Тема 4 Интенсификация теплообмена	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программами)

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
			ными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
5.	Тема 5 Сушка сельскохозяйственной продукции	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
6.	Тема 6 Интенсификация и кинетический расчет массообменных процессов в системах с твердой фазой	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
7.	Тема 7 Энергосбережение в системах отопления и вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))

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 расчётно-графическая работа, зачет с оценкой.

Промежуточный контроль знаний включает:

2 курс, 3 семестр – тестирование.

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

6.1.1 Вопросы для подготовки к защите на практических занятиях (текущий контроль)

ЗАДАНИЕ: предоставить в рабочей тетради Microsoft Excel, Word, PowerPoint. на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

Предусмотренные учебным планом практические занятия направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий». Отчеты по результатам практических занятий представляются в рабочей тетради учебной дисциплины с записями в виде ответов на поставленные вопросы, результатами расчетов, обработанных результатов измерений, графических материалов, выводов. Пример вопросов при проведении практического занятия приведен ниже.

Пример перечня вопросов при защите практической работы

Практическое занятие № 1. Повышение КПД ПСУ за счет повышения давления пара и температуры пара

- 1) Как влияет повышение начальной температуры пара перед турбиной на эффективность цикла?
- 2) Как влияет повышение начального давления пара на эффективность цикла?
- 3) Для каждой начальной температуры существует своё оптимальное давление?
- 4) Почему дальнейшее увеличение начальных параметров пара нецелесообразно?
- 5) Как влияет перегрев пара на тепловую экономичность?

6.1.2. Тематика примерных задач

ЗАДАНИЕ: представить результаты в таблице Microsoft Excel, Word, PowerPoint на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>.

Задача. Расчет цикла с вторичным подогревом пара: на заводской теплоэлектроцентрали установлены две паровые турбины с противодавлением мощностью 4000 кВт каждая. Весь пар из турбины направляется на производство, откуда он возвращается обратно в котельную в виде конденсата при температуре насыщения. Принимая, что установка работает по циклу Ренкина, определить часовой расход топлива, если КПД котельной равен 0,84, а теплота сгорания топлива $Q_n = 28470 \text{ кДж/кг}$.

Задача. Выбрать циклон типа ЦН-15, определить его гидравлическое сопротивление Δp и эффективность η при следующих исходных данных: расход газа при нормальных условиях $V_o = 4100 \text{ м}^3/\text{ч}$; плотность газа $\rho_o = 1,29 \text{ кг/м}^3$, температура газа $T = 110^\circ\text{C}$, коэффициент динамической вязкости $\mu = 24,8 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$, барометрическое давление $P_{bar} = 101,3 \text{ кПа}$, разрежение в циклоне $p_e = 30 \text{ Па}$, начальная концентрация пыли в газе $z_i = 50 \text{ г/м}^3$, характеристики диспер-

ного состава пыли $d_m = 10$ мкм, коэффициент полидисперсности пыли $\lg \sigma_n = 0,7$, плотность частиц пыли $\rho_n = 3000$ кг/м³. Циклон работает в сети без раскручивателя.

6.1.3. Пример тестирования

ЗАДАНИЕ: выполняется на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

Необходимо для оценки текущей успеваемости и усвоемости изучаемого студентами материала и предполагает проведение двух тестирований. Каждый тест состоит из 10 вопросов и содержит 25 вариантов. Тестирование проводится письменно на 7 и 14 неделях учебного семестра. Выдержки из примерных билетов тестовых заданий представлены ниже. Формируемые компетенции: (ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (ПКос-4.2)).

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.

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.

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%.

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.

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%.

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

- 1) Увеличение температуры пара выше 550°C.
- 2) Понижение температуры конденсации пара ниже 0°C.
- 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.

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%.

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.

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.

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.

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%.

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.

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.

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.

15. Экологически наиболее чистым топливом на тепловых станциях является:

1) Мазут.

2) Уголь.

3) Торф

4) Газ.

Сырая нефть.

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.

17. Дымовая труба на тепловых электростанциях используется:

1) Только для создания тяги.

2) Для создания тяги и уменьшения концентрации вредных выбросов в атмосферу вблизи энергетической установки.

3) Для поддержания нужной температуры горения топлива.

4) Как предохранительное устройство.

5) Для увеличения коэффициента избытка воздуха в топке.

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.

19. Наиболее вредными выбросами в дымовых газах являются:

1) Водяной пар.

2) Азот.

3) Оксиды серы и азота.

4) Несгоревший кислород.

5) Углекислый газ.

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.

6.1.4. Примерная тематика заданий на расчетно-графическую работу по дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий»

ЗАДАНИЕ: представлено на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА

<https://sdo.timacad.ru/>

«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

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

№ варианта	Высушиваемый материал	G_k , т/ч	Сушильный агент	$t_{c.h}$, °C	W_h , %	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

№ варианта	Высушиваемый материал	G_k , т/ч	Сушильный агент	$t_{c,h}$, °C	W_h , %	W_k , %	Напряжение барабана по влаге, $A \cdot 10^3$ кг/(м ³ с)
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 8

Характеристики газообразных топлив

№ варианта	Месторождение	Состав газа, % по объему							Q_h^c , МДж/м ³	ρ_h^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_h^c - низшая теплота сгорания сухого газообразного топлива при нормальных физических условиях; ρ_h^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.
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. – 494с.
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., Ильюхин М.С., Сидоренков М.С. Расчет процессов сушки сельскохозяйственной продукции. М.: МГАУ. 1987. – 109 с.
5.	Тимонин А.С. Основы конструирования и расчёта химико-технологического и природоохранного оборудования: справочник. Т. 2. – Калуга: издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 1028 с.
6.	Теплофизические характеристики пищевых продуктов. Справ. пособие. Под ред. проф. А.С. Гинзбурга. М.: Пищевая промышленность. – 1975.

6.1.5. Перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой по дисциплине

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 тепломассообмена»?
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-utiлизатор» 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?
14. Классификация топливо-энергетических ресурсов.
15. Основные виды топливо-энергетических ресурсов.
16. Невозобновляемые энергетические ресурсы. Использование различных видов органического топлива при получении электроэнергии на ТЭС России.
17. Возобновляемые энергетические ресурсы.
18. Выработка электрической энергии различными электростанциями России.
19. Выработка тепловой энергии различными источниками России.
20. Оценка количества вырабатываемой энергии в мире и по регионам и прогноз дальнейшей выработки.
21. Классификация теплосиловых установок.
22. Схема паросиловой установки (ПСУ).
23. Изображение цикла паросиловой установки) в p-v, T-s и h-s диаграммах.
24. Повышение КПД паросиловых установок за счет увеличения температуры издавления перегретого пара (показать в h-s диаграмме).
25. Цикл паросиловой установки с вторичным перегревом пара. КПД цикла.
26. Регенеративный цикл паросиловой установки. КПД цикла.

27. Ограничения по параметрам пара (температура и давление) перед турбиной и после нее в паросиловых установках (ПСУ). Пределы повышения термического КПД ПСУ.

28. Теплофикация. Паросиловая установка, содержащая турбину с противодавлением.

29. Теплофикация. Паросиловая установка, содержащая турбину с регулируемым отбором пара.

30. Целесообразность сооружения паротурбинных установок максимальной большой мощности.

31. Парогазовые установки как ключевое направление развития большой стационарной теплоэнергетики. Принципиальная схема парогазовой установки (ПГУ). Ее составные части.

32. Преимущества парогазовой установки (ПГУ) перед паросиловой установкой. Недостатки ПГУ.

33. Конденсационные теплоутилизаторы (КТУ): назначение, преимущества, применение.

34. Методы защиты газодымового тракта от конденсации пара на поверхностях дымовых труб и газоходов.

35. Распределенное производство энергии как альтернатива централизованному.

36. Преимущества централизованного производства энергии.

37. Состояние и перспективы развития распределенной энергетики.

38. Диапазон мощностей отдельных агрегатов, используемых при распределенном производстве энергии.

39. Состояние и перспективы применения различных видов энергетических установок в распределенной энергетике.

40. КПД паротурбинных и газотурбинных энергетических установок.

41. Факторы, определяющие целесообразность использования типа энергогенерирующей технологии (централизованная или распределенная).

42. Специфические факторы, благоприятствующие развитию сектора распределенной энергетики России.

43. Критерии первоначального выбора энергетической технологии.

44. Виды энергетических установок, применяемых при распределенном производстве энергии.

45. Газотурбинные установки (ГТУ): ее составные части, применяемое топливо, единичная мощность, преимущества, область применения.

46. Основные типы современных газотурбинных установок. Отечественные производители ГТУ.

47. Влияние мощности энергетической установки на стоимость ее обслуживания.

48. Схема отопительной газотурбинной установки по выработке электрической энергии (ГТУ-ТЭЦ).

49. Электрическая и тепловая эффективность газотурбинных установок ведущих фирм-производителей.

50. Достоинства и недостатки газотурбинных установок (ГТУ).

51. Типы поршневых двигателей, применяемых в установках распределенного производства энергии. Их достоинства и недостатки по отношению к друг другу.
52. Классификация дизельных двигателей.
53. КПД различных типов дизельных двигателей.
54. Классификация газопоршневых двигателей (ГПД) по виду топлива.
55. Тепловой баланс дизельного двигателя без утилизации теплоты и с утилизацией теплоты.
56. Зависимость удельных капитальных затрат газотурбинных и газопоршневых двигателей от мощности установки.
57. Продолжительность срока службы и надежность газотурбинных и газопоршневых агрегатов.
58. Сравнение ГТУ и ГПД по величине эксплуатационных затрат и удобству эксплуатации.
59. Сравнение затрат на техническое обслуживание электростанции с использованием ГТУ и ГПД.
60. Котельные установки для производства горячей воды и пара в распределенной энергетике: перспективность применения, параметры горячей и холодной воды.
61. КПД водогрейных и паровых котлов малой и средней мощности.
62. Нецелесообразность использования конденсационных ПТУ на установках распределенного производства энергии.
63. Технико-экономические показатели ПТУ различных типов, применяемых при распределенном производстве энергии.
64. Компрессоры: изотермический, адиабатный, политропный. Работа изотермического, адиабатного и политропного компрессоров.
65. Мертвое пространство и его влияние на работу компрессора.
66. Многоступенчатый компрессор.
67. Направления развития компрессоров.
68. Трансформаторы теплоты: холодильные машины и тепловые насосы. Общая характеристика, типы, область применения.
69. Холодильный коэффициент и коэффициент преобразования.
70. Газокомпрессионная холодильная установка: схема, изображение цикла и его анализ.
71. Парокомпрессионная холодильная установка: схема, изображение цикла и его анализ.
72. Зависимость холодопроизводительности парокомпрессионной холодильной установки от температуры в испарителе.
73. Рабочая и стандартная (нормальная) холодопроизводительность холодильной установки.
74. Принципиальная схема парокомпрессионного теплового насоса.
75. Абсорбционная холодильная установка: схема, изображение цикла и его анализ.
76. Направления развития холодильных установок.
77. Влияние тепловых электростанций на окружающую среду: источники загрязнений.

78. Предельно допустимая концентрация (ПДК) выбросов при наличии различных вредных компонентов.

79. Загрязнение атмосферы газовыми выбросами ТЭС.

80. Влияние вида топлива, применяемого на ТЭС, на загрязнение окружающей среды.

81. Мероприятия, применяемые для снижения отрицательного воздействия на окружающую среду вредных выбросов ТЭС.

82. Очистка дымовых газов от механических примесей.

83. Предварительная подготовка топлива в целях снижения вредных выбросов на ТЭС.

84. Снижение выхода оксидов азота путем предварительной подготовки топлива.

85. Снижение выхода оксидов азота на ТЭС путем предварительной подготовки топлива.

86. Снижение выхода оксидов серы в дымовых газах ТЭС.

87. Очистка водных стоков на ТЭС: нормализация кислотности (рН).

88. Очистка водных стоков на ТЭС от нефтяного топлива.

89. Сравнение экологических аспектов централизованной и распределенной систем производства энергии.

90. Киотский протокол по защите окружающей среды. Соглашение парижской конференции ООН по охране окружающей среды.

91. Пути решения проблемы парникового эффекта.

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 теплотехнологий» применяется традиционная система оценки текущего и промежуточного контроля освоения программы.

Знания оцениваются:

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

Таблица 9

Критерии оценивания защиты практических работ

Оценка	Критерии оценивания
практическая работа «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 TimesNewRoman 14, листы формат А4
практическая работа «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 TimesNewRoman 14, листы формат А4

Таблица 10

Критерии оценивания индивидуальных задач

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

Таблица 11

Критерии оценивания письменного и устного опроса

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

Таблица 12

Критерии оценивания расчетно-графической работы

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 расчет-

	но-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 грамматические 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

Таблица 13

Критерии оценивания результатов итогового контроля (зачет с оценкой)

Оценка	Критерии оценки
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы
Средний уровень «4» (хорошо)	«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 дисциплины
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
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; практические навыки не сформированы; не умеет выделить главное и сделать выводы

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**7.1 Основная литература**

1. Малин, Николай Иванович. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: практикум / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра «Теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий». — Электрон. текстовые дан. — Москва: Росинформагротех, 2018. — 185 с. <https://elib.timacad.ru/dl/local/t0155.pdf/view>.

2. Малин, Николай Иванович. Термо-хладообработка и хранение сельскохозяйственных продуктов: учебное пособие / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. — 184 с. <https://elib.timacad.ru/dl/local/s20210316-2.pdf/view>.

3. Рудобашта, Станислав Павлович. Теплоснабжение животноводческих помещений: учебное пособие / С. П. Рудобашта, Е. Л. Бабичева; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2019. — 150 с.

4. Малин, Николай Иванович. Теплоснабжение предприятий АПК: учебно-методическое пособие / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина, Кафедра теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 171 с. Малин, Н. И. Теплоснабжение предприятий АПК : учебно-методическое пособие / Н. И. Малин. — Москва : РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2018. — 171 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180947>.

5. Малин, Николай Иванович. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: практикум / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра «Теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий». — Электрон. текстовые дан. — Москва: Росинформагротех, 2018. — 185 с. <https://elib.timacad.ru/dl/local/umo396.pdf/en/view>.

7.2 Дополнительная литература

1. Региональные проблемы теплоэнергетики : учебное пособие / В. М. Лебедев, С. В. Приходько, В. К. Гаак [и др.] ; под общей редакцией В. М. Лебедева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-3694-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206825>.

2. Рудобашта, Станислав Павлович. Теплотехника: практикум / С. П. Рудобашта, Е. Л. Бабичева, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 114 с. <https://elib.timacad.ru/dl/local/umo313.pdf/view>.

3. Рудобашта, С. П. Химическая технология: диффузионные процессы : учебник для вузов / С. П. Рудобашта, Э. М. Карташов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 531 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21281-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/569502>.

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.

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

1. <https://portal.timacad.ru/> – учебно-методический портал (открытый доступ).
2. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).
3. <http://www2.viniti.ru> – Базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).
4. Государственная информационная система (ГИС) в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (<https://gisee.ru>).
5. Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

Таблица 14

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 теплотехники 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 15

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) экран Projecta SlimScreen 200*200 cv Matte White S настенный (Инв.№ 568938);

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	2) комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка, проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798); 3) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632954); 4) компьютер (Инв.№ 210134000001864); 5) теплосчетчик Multical UF (инв. № 210134000002443); 6) теплосчетчик ВИС.Т ТС-200 (инв. № 41013000001624)
Лаборатории № 314 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) экран настенный Projecta SlimScreen (Инв.№ 210134000002855); 2) проектор NEC NP60 DLP 1024*768,300 (Инв.№ 210134000002560); 3) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632955); 4) компьютер (Инв.№ 210134000001865)

*Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова, 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 общежитиях № 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 (AUTOCAD, КОМПАС, MS Office: Word, Excel, PowerPoint), цифровых платформ Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru) 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, задачи, 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.

Студентам необходимо:

- внимательно ознакомиться с содержанием тематического плана, выве-

шиваемого на кафедре, и приведенным в нем списком рекомендуемой литературы;

➤ получить консультацию у преподавателя кафедры, ведущего дисциплину «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий», по всем возникающим учебно-методическим вопросам;

➤ используя методические пособия, приступить к изучению рекомендуемой литературы строго по темам дисциплины;

➤ прорабатывать каждую тему сразу после ее прочтения на лекции; приступить к выполнению РГР сразу после получения задания;

➤ при выполнении РГР ответить на все пункты содержания темы расчетно-графической работы;

➤ перед выполнением практических занятий ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению;

➤ для допуска к зачету с оценкой студенту необходимо выполнить и успешно сдать отчеты по всем практическим занятиям, а также выполнить весь объем самостоятельной индивидуальной работы, защитить выполненную КР, при подготовке к зачету с оценкой руководствоваться вопросами, приведенными выше в данной рабочей программы.

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

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

Окончательно оформленные отчеты по практическим занятиям защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя в день выполнения практического занятия или в ближайшее время.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать тему и представить преподавателю, проводящему данный вид занятия, конспект

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

Студент, пропустивший практические занятия и задачи, отрабатывает его в согласованное с преподавателем время и выложить его на учебно-методическом портале (открытый доступ) по ссылке <https://portal.timacad.ru/>.

Студент получает допуск к зачету с оценкой если выполнены и защищены практические работы, задачи и пройденное тестирование и выполнение РГР, а также имеется в наличии рукописный конспект лекций.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Наилучшей формой организации обучения по дисциплине «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» представляется такая, при которой все виды предусмотренных учебным планом занятий (лекции, практические занятия и, задачи, тестирование, расчетно-графическая работа) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс.

Чтение лекций является главным звеном учебного процесса. На лекциях излагается основное содержание курса,дается научная и методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала в условиях обязательного текущего тестирования, при проведении групповых практических занятий, а также в процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины и выполнения расчетно-графической работы, студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций демонстрация слайд-презентаций является предпочтительной. Поэтому от преподавателя требуется тщательная работа по методическому обеспечению таких занятий, включающая отбор необходимых фрагментов видеоматериалов и слайдов, подбор или самостоятельное изготовление иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, количества затрачиваемого времени и т.д.

Проведение практических занятий (последние целесообразно проводить с подгруппой) также является, наряду с лекциями, важным элементом закрепления изучаемого материала и приобретения студентами практических навыков.

Перед проведением очередного практического занятия или очередной практической работы необходимо заранее предупредить студентов о теме будущего занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления их с целью, общими положениями (теоретической частью), содержанием заданий по работе, последовательностью и методикой выполнения, с контрольными вопросами и заданиями (служащими для тестирования), подумать о выводах, которые необходимо сделать (при необходимости) в конце работы. Обязательно отметить, что на очередное занятие студент должен прийти с заранее подготовлен-

ной рабочей тетрадью по теме работы (т.е. с вписанными в нее теоретическими положениями, формулами и т.п.).

После выполнения и оформления в рабочей тетради практического занятия, необходимо представить ее на проверку преподавателю и пройти «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

Тестирование. Текущее тестирование целесообразно проводить 2-3 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 зачету с оценкой.

По каждому тестируемому разделу дисциплины должно быть разработано несколько (минимум 20) вариантов тестовых заданий, с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты.

При неудовлетворительных результатах тестирования студенты подвергаются тестируемому повторно по другому варианту минимум через 1 день. Важным методическим требованием анализа преподавателем результатов тестирования является своевременное (в том числе на этапе предзачетной консультации) ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

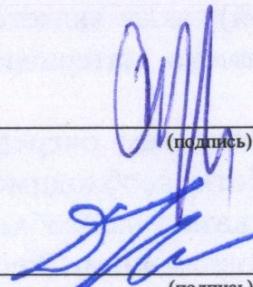
Выполнение индивидуальных задач, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы и для формирования умений: решение задач по образцу и выполнение расчетов.

Индивидуальная форма организации самостоятельной работы студентов предусматривает обязательное личное выполнение индивидуальных задач студентов. Преподавателю необходимо тщательно прогнозировать содержание учебного материала, на основе которого составляются индивидуальные задачи для индивидуальной самостоятельной деятельности студентов.

Индивидуальные задачи вызывает личностное отношение студента к материалу, стимулирует его активность. Возрастает роль студента в определении содержания работы, выборе способов ее выполнения.

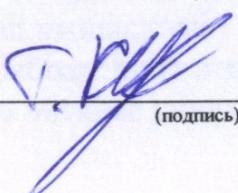
Программу разработали:

Рудобашта С.П., д.т.н., профессор



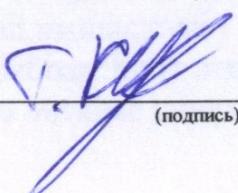
(подпись)
«16» июня 2025 г.

Нормов Д.А., д.т.н., профессор



(подпись)
«16» июня 2025 г.

Кукушкина Т.С., ассистент



(подпись)
«16» июня 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

**Б1.В.03.03 «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий»
ОПОП ВО по направлению 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника,
направленность Энергообеспечение предприятий
(квалификация выпускника – магистрант)**

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» ОПОП ВО по направлению 13.04.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Энергообеспечение предприятий» (квалификация выпускника – магистрант), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» в соответствии с Учебным планом по программе магистранта (разработчики – Рудобашта Станислав Павлович, д.т.н., профессор, кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Нормов Дмитрий Александрович, д.т.н., профессор кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Кукушкина Татьяна Сергеевна, ассистент кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко»).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, 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.В.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий» закреплены 2 компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-1 (индикаторы достижения компетенции ПКос-1.1, ПКос-1.2); ПКос-4 (индикаторы достижения компетенции ПКос-4.2). 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 3 зачётные единицы (108 часов).

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 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, 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, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.04.01 – **Теплоэнергетика и теплотехника**, 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 13.04.01 – **Теплоэнергетика и теплотехника**, направленность **Энергообеспечение предприятий**.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников, дополнительной литературой – 3 наименования, методические указания – 3 источника, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 13.04.01 – **Теплоэнергетика и теплотехника**, 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 13.04.01 – **Теплоэнергетика и теплотехника**, направленность **Энергообеспечение предприятий** (квалификация выпускника – магистрант), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» доктором технических наук Рудобаштой С.П., профессором кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», доктором технических наук Нормовым Д.А. профессором кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Кукушкиной Т.С. ассистентом кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

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

(подпись)

«16» июня 2025 г.