

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич

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

Дата подписания: 02.12.2025 14:52:48

Уникальный программный ключ:

3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕДЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

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

УТВЕРЖДАЮ:

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

А.Г. Арженовский

06

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.03 НАСОСЫ И ВЕНТИЛЯТОРЫ

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Инжиниринг теплоэнергетических систем

Курс 3

Семестр 6

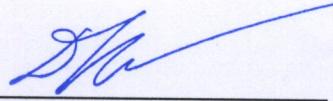
Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

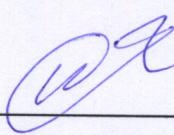


(подпись)

«16» июня 2025 г.

Канатников Ю.А., ст. преподаватель

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

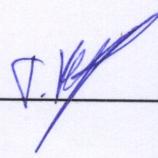


(подпись)

«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)

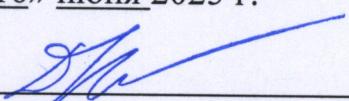
«16» июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 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)

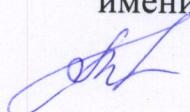
«16» июня 2025 г.

Согласовано:

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

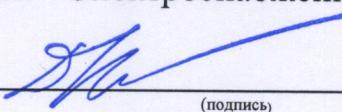


Протокол № 5 от «20» июня 2025 г.

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

Нормов Д.А., д.т.н., профессор

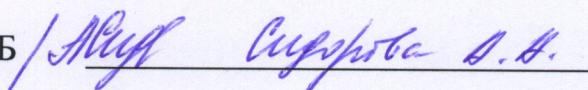
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«16» июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



Содержание

АННОТАЦИЯ	4
1. Цель освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	5
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
4. Структура и содержание дисциплины	12
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре	12
4.2 Содержание дисциплины.....	12
4.3 Лекции/лабораторные занятия	14
5. Образовательные технологии.....	19
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	21
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы	22
6.1.1 Пример вопросов и задания для защиты лабораторных работ	22
6.1.3. Тематика примерных задач	23
6.1.4. Пример тестирования	23
6.1.5. Примерная тематика контрольных работ.....	28
6.1.6. Перечень вопросов к зачету с оценкой	28
6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	30
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	32
7.1 Основная литература	32
7.2 Дополнительная литература.....	34
7.3 Нормативные правовые акты	35
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	36
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	36
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	37
10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины.....	38
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	39
11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине	40

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.03 «Насосы и вентиляторы» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленности «Инжиниринг теплоэнергетических систем»

Цель освоения дисциплины: в соответствии с компетенциями по дисциплине является приобретение студентами умений и навыков решать инженерные задачи в области изучения теоретических основ работы насосов и вентиляторов. Основное внимание при изложении лекционного материала уделяется изучению лопастных нагнетателей, находящих наибольшее применение в системах теплогазоснабжения и вентиляции. Полученные при изучении дисциплины знания могут быть использованы при выполнении курсовых работ и проектов по отоплению, вентиляции, теплоснабжению и кондиционированию воздуха, а так же сформировать у студентов целостное, комплексное представление о нагнетательных машинах (насосах и вентиляторах), об их роли и сфере применения в системах теплогазоснабжения и вентиляции, а также о принципах подбора и расчёта режимов работы.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», цикл Б1.В, дисциплина осваивается в 6 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос-2 (ПКос-2.2).

Краткое содержание дисциплины: Классификация области применения насосов и вентиляторов. Понятие об устройстве и принципе действия центробежных, осевых, вихревых, поршневых, роторных, струйных насосов, пневматических подъёмников. Основы теории работы центробежных насосов и вентиляторов. Уравнение Эйлера. Устройство и эксплуатация насосных установок и насосного оборудования тепловых и атомных электростанций. Центробежные вентиляторы. Осевые насосы и вентиляторы, их конструкции. Многоступенчатые осевые насосы. Объёмные поршневые и роторные насосы, их конструкции, области применения. Способ действия поршневого насоса. Типы роторных насосов, их рабочие характеристики, мощность, КПД. Специальные типы насосов. Вихревые насосы. Центробежно-вихревые, водокольцевые, струйные насосы. Насосы и вентиляторы являются основным и неотъемлемым элементом систем отопления, тепло- и газоснабжения, холодоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Конструкция и работа центробежных и осевых вентиляторов и насосов. Многоступенчатые и многопоточные центробежные машины. Действительные характеристики центробежных машин при постоянной частоте вращения. Подобие центробежных машин.

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы (108 часов).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой, контрольная работа.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Насосы и вентиляторы» является формирование знаний и навыков, которые позволяют теоретически и практически подготовить будущих специалистов к работе с насосами и вентиляторами в системах отопления, тепло- и газоснабжения, холодоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, а так же выработать творческий подход к решению конкретных научно-технических задач и проблем в последующей практической и профессиональной деятельности будущих специалистов.

Целью освоения Б1.В.01.03 «Насосы и вентиляторы» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к:

- изучению основных научно-технических проблем и перспектив использования современных насосов и вентиляторов;
- получению навыков расчёта нагнетателей в системах теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования и газоснабжения;
- получению навыков расчёта и подбора нагнетателей с помощью специальных программ, освоение методики лабораторных испытаний нагнетателей.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Насосы и вентиляторы» включена в перечень дисциплин вариативной части – дисциплина по выбору. Дисциплина «Насосы и вентиляторы» реализуется в соответствии требований ФГОС, ОПОП, ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленности «Инжениринг теплоэнергетических систем».

Предшествующими дисциплинами являются курсы, на которых непосредственно базируется дисциплина «Насосы и вентиляторы» являются: Теоретическая механика (2 курс, 3 семестр); Организация и управление на предприятии АПК (2 курс, 4 семестр); Автоматика (2 курс, 4 семестр); Сопротивление материалов (2 курс, 4 семестр).

Дисциплина «Насосы и вентиляторы» является основополагающей для основополагающей для изучения следующих дисциплин являются: Котельные установки и парогенераторы (4 курс, 7 семестр); Источники и системы теплоснабжения предприятий (4 курс, 7 семестр); Системы отопления и вентиляции (4 курс, 7 семестр); Применение теплоты в АПК (4 курс, 7 семестр); Тепломассообменное оборудование предприятий (4 курс, 8 семестр); Процессы и аппараты (4 курс, 8 семестр).

Сопутствующими дисциплинами являются курсы: Тепломассообмен (3 курс, 6 семестр); Тепловые двигатели и нагнетатели (3 курс, 6 семестр); Применение теплоты в АПК (3 курс, 6 семестр).

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

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

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотне-

сенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы ком- петенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий с использованием цифровых технологий	ПКос-1.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования 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	режимы, методы и средства повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического 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	разрабатывать цифровые модели повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования применять для ускорения процесса передачи, 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	методами и средствами повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования 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

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы ком- петенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
					программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube	
2.	ПКос-2	Способен организовать монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и теплотехнологического оборудования	ПКос-2.2 Демонстрирует знания организации монтажа, наладки, технического обслуживания энергетического и теплотехнологического оборудования	- методы прогнозирования надёжности оборудования, систем и их элементов 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; - методы и способы проведения работ по техническому обслуживанию оборудования с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Fotor, SimInTech, Rutube и с	- находить организационно-управленческие решения в нестандартных условиях и в условиях различных мнений и быть готовым нести за них ответственность, 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, обра-	- методиками испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования в соответствии с профилем работы 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; - типовыми и специальными методами и программами испытания котлов, турбин,

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы ком- петенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
				<p>применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева sdo.timacad.ru;</p> <p>- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности используемых технических средств, материалов и их свойства 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> <p>- основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам и изделиям,</p>	<p>ботки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Битрикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube;</p> <p>- проводить расчёты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием, 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,</p>	<p>вспомогательного оборудования 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> <p>- способами осуществления монтажно-наладочных и ремонтных работ на основном и вспомогательном оборудовании с применением цифровых технологий с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint,</p>

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы ком- петенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
				применяемым в ремонтно-монтажных и наладочных работах 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	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; - организовать рабочие места, их техническое оснащение, разместить технологическое оборудование в соответствии с технологией производства, нормами техники безопасности и производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда, 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	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

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы ком- петенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
				др., в том числе с исполь- зованием информацион- ных технологий, в том числе с помощью совре- менных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и при- менять для ускорения процесса передачи, обра- ботки и интерпретации информации программ- ные продукты Excel, Word, Power Point, Бит- рикс24, Webinar, Яндекс Телемост, Rutube		

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	Семестр № 6
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	50,35	50,35
Аудиторная работа:	50,35	50,35
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
лабораторные работы (ЛР)	34	34
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0,35
Самостоятельная работа (СРС)	57,65	57,65
контрольная работа (Кр) (подготовка)	2	2
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, и т.д.)	52,65	52,65
зачет с оценкой (подготовка)	3	3
Вид контроля:	Зачет с оценкой	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПР	КРА	
Раздел 1. Классификация и параметры насосов и вентиляторов	31,05	5	8,5	-		17,55
Раздел 2. Центробежные, осевые, поршневые и роторные насосы и вентиляторы	43,55	9	17	-		17,55
Раздел 3. Насосы и вентиляторы, применяемые в системах теплогазоснабжения и вентиляции	30,05	4	8,5	-		17,55
Контрольная работа (Кр) (подготовка)	2					2
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35				0,35	
Зачет с оценкой (подготовка)	3					3
Всего за 6 семестр	108	16	34	-	0,35	57,65
Итого по дисциплине	108	16	34	-	0,35	57,65

Раздел 1. Классификация и параметры насосов и вентиляторов

Тема 1. Введение

Общие сведения по установке для подачи жидкостей газов. Классификация области применения насосов и вентиляторов.

Тема 2. Классификация, применение насосов и вентиляторов

Общие понятия о машинах для перемещения (подачи) жидкостей и газов: определения, классификация, области применения насосов и вентиляторов, газодувок различных типов. Понятие об устройстве и принципе действия центробежных, осевых, вихревых, поршневых, роторных, струйных насосов, пневматических подъёмников.

Тема 3. Параметры насосов и вентиляторов

Основные параметры машин, перемещающих жидкости и газы: подача (массовая и объёмная), напор, развиваемое давление, удельная работа и удельная полезная работа, мощность и полезная мощность, коэффициент полезного действия, соотношения между указанными величинами. Условия реализации установившегося режима совместной работы насоса и трубопроводной системы (сети).

Тема 4. Аэродинамические характеристики вентиляторов

Понятие об аэродинамической характеристике вентилятора. Виды аэродинамических характеристик. Законы подобия вентиляторов.

Раздел 2. Центробежные, осевые, поршневые и роторные насосы и вентиляторы

Тема 5. Теория работы центробежных насосов и вентиляторов

Основы теории работы центробежных насосов и вентиляторов. Уравнение Эйлера, теоретический и действительный напоры, развивающие рабочим колесом, уравнения энергии потока в рабочем колесе, теория течения в межлопастных каналах, подводах и отводах, осевые и радиальные силы в центробежных насосах, подобие машин, формулы пропорциональности, пересчёт характеристик. Параллельное и последовательное соединения насосов.

Тема 6. Конструкции промышленных центробежных насосов, принцип работы

Конструкции центробежных насосов и влияние их конструктивных особенностей на параметры работы машины. Формы рабочих колёс насосов различной быстроходности, упрощённый расчёт размеров и формы рабочего колеса насоса, влияние температуры жидкости на конструкцию насоса. Устройство и эксплуатация насосных установок и насосного оборудования тепловых и атомных электростанций.

Тема 7. Центробежные вентиляторы

Центробежные вентиляторы. Их конструкция и области применения. Давление, развивающееся вентилятором, его подача, мощность, коэффициент полного давления и коэффициент полезного действия. Характеристики, регулирование центробежных вентиляторов.

Тема 8. Осевые насосы и вентиляторы

Осевые насосы и вентиляторы, их конструкции, решётка профилей, ос-

новные уравнения, напор, потери энергии, коэффициент полезного действия, характеристики, регулирование подачи, расчёт осевых машин. Многоступенчатые осевые насосы.

Тема 9. Объёмные поршневые и роторные насосы

Объёмные поршневые и роторные насосы, их конструкции, области применения. Способ действия поршневого насоса, его индикаторная диаграмма, подача, неравномерность всасывания и подачи, рабочие характеристики, мощность, КПД, регулирование подачи, допустимая высота всасывания, испытания и определение неисправностей в работе поршневых насосов. Типы роторных насосов, их рабочие характеристики, мощность, КПД.

Тема 10. Вихревые, центробежно-вихревые, водокольцевые, струйные насосы

Специальные типы насосов. Вихревые насосы, способ их действия, основы теории, реальные характеристики, уравновешивание сил, действующих на колесо, область применения. Центробежно-вихревые, водокольцевые, струйные насосы, их конструкции, рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, регулирование подачи, области применения.

Раздел 3. Насосы и вентиляторы, применяемые в системах теплогазоснабжения и вентиляции

Тема 11. Насосы и вентиляторы, применяемые в системах теплогазоснабжения и вентиляции

Насосы и вентиляторы являются основным и неотъемлемым элементом систем отопления, тепло- и газоснабжения, холодоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Изучение принципа действия, устройства, характеристик и особенностей применения нагнетателей является базой для успешного освоения остальных специальных дисциплин и основой успешной производственной деятельности.

Тема 12. Центробежные насосы и вентиляторы

Центробежные насосы и вентиляторы. Теоретический и действительный напоры. Типы лопастей рабочего колеса. Конструкция и работа центробежных и осевых вентиляторов и насосов. Многоступенчатые и многопоточные центробежные машины. Действительные характеристики центробежных машин при постоянной частоте вращения. Подобие центробежных машин.

4.3 Лекции/лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторных занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.		Раздел 1. Классификация и параметры насосов и вентиляторов			13,5
	Тема 1 Введение	Лекция № 1 Общие сведения по установке для подачи жидкостей газов. Классификация области применения насосов и вентиляторов	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	1

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 2 <i>Классификация, применение насосов и вентиляторов</i>	Лекция № 2 Общие понятия о машинах для перемещения (подачи) жидкостей и газов: определения, классификация, области применения насосов и вентиляторов, газодувок различных типов. Понятие об устройстве и принципе действия центробежных, осевых, вихревых, поршневых, роторных, струйных насосов, пневматических подъёмников	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	1
		Лабораторная работа № 1 Исследование параметров струйных нагнетателей (рабочая тетрадь MS Office: Word)		Защита лабораторной работы № 1 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru) Решение задач (sdo.timacad.ru)	8,5
	Тема 3 <i>Аэродинамические характеристики вентиляторов</i>	Лекция 3 Понятие об аэродинамической характеристике вентилятора. Виды аэродинамических характеристик. Законы подобия вентиляторов	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	1
	Тема 4 <i>Параметры насосов и вентиляторов</i>	Лекция 4 Основные параметры машин, перемещающих жидкости и газы: подача (массовая и объёмная), напор, развивающее давление, удельная работа и удельная полезная работа, мощность и полезная мощность, коэффициент полезного действия, соотношения между указанными величинами. Условия реализации установившегося режима совместной работы насоса и трубопроводной системы (сети)	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
2.	Раздел 2. Центробежные, осевые, поршневые и роторные насосы и вентиляторы				26
	Тема 5 <i>Теория работы центробежных насосов и вентиляторов</i>	Лекция 5 Основы теории работы центробежных насосов и вентиляторов	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube	1

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
<i>тробежных насосов и вентиляторов</i>		ляторов. Уравнение Эйлера, теоретический и действительный напоры, развивающиеся рабочим колесом, уравнения энергии потока в рабочем колесе, теория течения в межлопастных каналах, подводах и отводах, осевые и радиальные силы в центробежных насосах, подобие машин, формулы пропорциональности, пересчёты характеристик. Параллельное и последовательное соединения насосов		(sdo.timacad.ru)	
		Лабораторная работа № 2 Исследование параметров радиальных вентиляторов (рабочая тетрадь MS Office: Word)		Защита лабораторной работы № 2 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru) Решение задач (sdo.timacad.ru)	8,5
Тема 6 <i>Конструкции промышленных центробежных насосов, принцип работы</i>	Лекция 6 Конструкции центробежных насосов и влияние их конструктивных особенностей на параметры работы машины. Формы рабочих колёс насосов различной быстротходности, упрощённый расчёт размеров и формы рабочего колеса насоса, влияние температуры жидкости на конструкцию насоса. Устройство и эксплуатация насосных установок и насосного оборудования тепловых и атомных электростанций	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2	
Тема 7 <i>Центробежные вентиляторы</i>	Лекция № 7 Центробежные вентиляторы. Их конструкция и области применения. Давление, развиваемое вентилятором, его подача, мощность, коэффициент полного давления и коэффициент полезного действия. Характеристики, регулирование центробежных вентиляторов	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2	

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа № 3 Исследование параметров центробежных насосов (рабочая тетрадь MS Office: Word)		Защита лабораторной работы № 3 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru) Решение задач (sdo.timacad.ru)	8,5
	Тема 8 <i>Осевые насосы и вентиляторы</i>	Лекция № 8 Осевые насосы и вентиляторы, их конструкции, решётка профилей, основные уравнения, напор, потери энергии, коэффициент полезного действия, характеристики, регулирование подачи, расчёт осевых машин. Многоступенчатые осевые насосы	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	1
	Тема 9 <i>Объёмные поршневые и роторные насосы</i>	Лекция 9 Объёмные поршневые и роторные насосы, их конструкции, области применения. Способ действия поршневого насоса, его индикаторная диаграмма, подача, неравномерность всасывания и подачи, рабочие характеристики, мощность, КПД, регулирование подачи, допустимая высота всасывания, испытания и определение неисправностей в работе поршневых насосов. Типы роторных насосов, их рабочие характеристики, мощность, КПД	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
	Тема 10 <i>Вихревые, центробежно-вихревые, водокольцевые, струйные насосы</i>	Лекция 10 Специальные типы насосов. Вихревые насосы, способ их действия, основы теории, реальные характеристики, уравновешивание сил, действующих на колесо, область применения. Центробежно-вихревые, водокольцевые, струйные насосы, их конструкции, рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, регулирование подачи, области применения	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	1

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
3.		Раздел 3. Насосы и вентиляторы, применяемые в системах теплогазоснабже- ния и вентиляции			12,5
	Тема 11 <i>Насосы и вентилято- ры, приме- няемые в системах теплогазо- снабжения и вентиля- ции</i>	Лекция 11 Насосы и вентиляторы являются основным и неотъемлемым элементом систем отопления, тепло- и газоснабжения, ходоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Изучение принципа действия, устройства, характеристик и особенностей применения нагнетателей является базой для успешного освоения остальных специальных дисциплин и основой успешной производственной деятельности.	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2
		Лабораторная работа № 4 Исследование совместной работы нагнетателей (рабочая тетрадь MS Office: Word)		Защита лабора- торной работы № 4 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru) Тестирование (sdo.timacad.ru)	8,5
	Тема 12 <i>Центро- бежные насосы и вентилято- ры</i>	Лекция 12 Центробежные насосы и вентиляторы. Теоретический и действительный напоры. Типы лопастей рабочего колеса. Конструкция и работа центробежных и осевых вентиляторов и насосов. Многоступенчатые и многопоточные центробежные машины. Действительные характеристики центробежных машин при постоянной частоте вращения. Подобие центробежных машин	ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКОС-2 (ПКОС-2.2)	Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube (sdo.timacad.ru)	2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Классификация и параметры насосов и вентиляторов		
1.	Тема 1 Введение	Общие сведения по установке для подачи жидкостей газов. Классификация области применения насосов и вентиляторов (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос-2 (ПКос-2.2))
2.	Тема 2 Классификация, применение насосов и вентиляторов	Общие понятия о машинах для перемещения (подачи) жидкостей и газов: определения, классификация, области применения насосов и вентиляторов, газодувок различных типов. Понятие об устройстве и принципе действия центробежных, осевых, вихревых, поршневых, роторных, струйных насосов, пневматических подъёмников (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос-2 (ПКос-2.2))
3.	Тема 3 Аэродинамические характеристики вентиляторов	Понятие об аэrodинамической характеристике вентилятора. Виды аэродинамических характеристик. Законы подобия вентиляторов (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос-2 (ПКос-2.2))
Раздел 2. Центробежные, осевые, поршневые и роторные насосы и вентиляторы		
4.	Тема 5 Теория работы центробежных насосов и вентиляторов	Основы теории работы центробежных насосов и вентиляторов. Уравнение Эйлера, теоретический и действительный напоры, развивающиеся рабочим колесом, уравнения энергии потока в рабочем колесе, теория течения в межлопастных каналах, подводах и отводах, осевые и радиальные силы в центробежных насосах, подобие машин, формулы пропорциональности, пересчёты характеристик. Параллельное и последовательное соединения насосов (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос-2 (ПКос-2.2))
5.	Тема 7 Центробежные вентиляторы	Центробежные вентиляторы. Их конструкция и области применения. Давление, развиваемое вентилятором, его подача, мощность, коэффициент полного давления и коэффициент полезного действия. Характеристики, регулирование центробежных вентиляторов (ПКос-1 (ПКос-1.1); ПКос-2 (ПКос-2.2))

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Насосы и вентиляторы» для организации условий освоения студентами компетенций используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной), активные (проблемное обучение, коллективно-групповое обучение) и интерактивные технологии (дистанционная технология, электронное обучение, ТВ-технологии, сетевые технологии), в том числе с применением современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint), цифровых платформ (Webinar, Яндекс Телемост, Meanchart, Rutube) и цифровых инструментов (Google Jamboard, mts-link).

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: лабораторные работы;
- дополнительные формы организации обучения: контрольная работа (Кр);
- информационные: иллюстрация слайд-презентаций, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами при подготовке к лекциям, лабораторным 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 лабораторных 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 <i>Введение</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
2.	Тема 2 <i>Классификация, применение насосов и вентиляторов</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Бригадно-лабораторный 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 <i>Аэродинамические характеристики вентиляторов</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
4.	Тема 4 <i>Параметры насосов и вентиляторов</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
5.	Тема 5 <i>Теория работы центробежных насосов и вентиляторов</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных техноло- гий	
		Excel, PowerPoint))	
6.	Тема 6 <i>Конструкции промышленных центробежных насосов, принцип работы</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
7.	Тема 7 <i>Центробежные вентиляторы</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
8.	Тема 8 <i>Осевые насосы и вентиляторы</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
9.	Тема 9 <i>Объёмные поршневые и роторные насосы</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
10.	Тема 10 <i>Вихревые, центробежно-вихревые, водокольцевые, струйные насосы</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
11.	Тема 11 <i>Насосы и вентиляторы, применяемые в системах теплогазоснабжения и вентиляции</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
12.	Тема 12 <i>Центробежные насосы и</i>	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов

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

При изучении дисциплины «Насосы и вентиляторы» в течение одного семестра используются следующие виды контроля самостоятельная работа студентов в виде выполнения контрольной работы:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний включает:

З курс, б семестр – защита лабораторных работ, задач и контрольная работа.

*Промежуточный контроль знаний включает:
3 курс, 6 семестр – тестирование.*

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.1.1 Пример вопросов и задания для защиты лабораторных работ

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

Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 1 «Исследование параметров струйных нагнетателей»

1. Что такое напор и как он выражается?
2. Как определяется коэффициент смешения (инжекции)?
3. От чего зависит установившееся давление или напор за элеватором?
4. Как определяется перепад давления, создаваемый струйным нагнетателем?
5. Как определяется располагаемый перепад давлений рабочего потока?
6. Как определяется совершенство струйного нагнетателя?

Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 2 «Исследование параметров радиальных вентиляторов»

Определить полную характеристику радиального вентилятора и влияние на неё числа оборотов рабочего колеса.

1. Как устроен радиальный вентилятор?
2. Как форма лопастей влияет на характеристики?
3. Как определить аэродинамические характеристики вентилятора?
4. Как определить рабочую точку вентилятора в системе?
5. Как изменяются параметры вентилятора при изменении частоты вращения?
6. Как проводят аэродинамические испытания радиальных вентиляторов?
7. Как изменяют режим работы вентилятора при испытании дросселирующим устройством с сосредоточенным сопротивлением, расположенным перед измерительной камерой.
8. Как определить полный КПД вентилятора?
9. Как выбрать запас по давлению при подборе вентилятора?

Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 3 «Исследование параметров центробежных насосов»

1. Что такое центробежный насос и на какие типы он делится по направлению потока жидкости в лопаточном канале колеса?
2. Какие параметры характеризуют работу насосов?
3. Что такое подача (производительность) насоса, напор насоса, полезная мощность насоса и коэффициент полезного действия?
4. Как гидродинамические качества насосов определяются характеристиками?
5. Что такое коэффициент быстроходности и как он связывает между собой частоту вращения колеса, напор и подачу?
6. Что такое вакуумметрическая высота всасывания и как она связана с

геометрической высотой всасывания?

7. Что такое электронасос и из чего он состоит?

8. Как насос включён в насосную установку и какие устройства для регулирования и измерения используются?

Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 4 «Исследование совместной работы нагнетателей»

1. В чём отличия схем параллельного соединения одинаковых центробежных насосов от последовательного режима работы?

2. Приведите гидравлические характеристики двух одинаковых различных насосов, соединённых в сети последовательно.

3. Что такое характеристика гидравлического сопротивления сети, в чём заключается её физический смысл? Приведите единицу измерения.

4. Как определяется суммарная мощность двух одинаковых циркуляционных насосов, работающих в сети параллельно?

5. В каких случаях необходимо пересчитывать характеристику насосов?

6. Назовите способы изменения характеристик центробежных насосов.

7. Дайте описание основного элемента центробежного нагнетателя.

8. Назовите части конструкции нагнетателей, охарактеризуйте маркировку нагнетателей.

9. Что необходимо обеспечить при монтаже насосных агрегатов?

6.1.3. Тематика примерных задач

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

Тема 2. Классификация, применение насосов и вентиляторов

Задача. Определить удельное число оборотов (быстроходность) вентилятора, если при расходе воздуха $L = 2500 \text{ м}^3/\text{час}$ он развивает давление $P = 500 \text{ Па}$, число оборотов рабочего колеса $n = 1450 \text{ об}/\text{мин}$.

Тема 4. Теория работы центробежных насосов и вентиляторов

Задача. Центробежный насос подает $100 \text{ м}^3/\text{час}$ воды. Манометр на нагнетательном патрубке показывает $P_h = 1,6 \text{ ат}$, а вакууметр на всасывающем патрубке $P_v = 200 \text{ мм рт. столба}$, расстояние между манометром и точкой при соединения вакууметра $1,0 \text{ м}$. Диаметр нагнетательного патрубка 100 мм , всасывающего 150 мм , коэффициент полезного действия насоса $\eta_h = 0,62$. Определить мощность на валу центробежного насоса.

Тема 6. Центробежные вентиляторы

Задача. Рабочее колесо центробежного вентилятора имеет внутренний и наружный диаметр соответственно $D_1 = 250 \text{ мм}$, $D_2 = 350 \text{ мм}$. Определить при какой частоте вращения вала рабочее колесо будет создавать теоретическое давление $P_1 = 800 \text{ Па}$, если относительные скорости на входе и выходе колеса, равные соответственно $w_1 = 12 \text{ м}/\text{с}$, $w_2 = 18 \text{ м}/\text{с}$, составляют с окружными скоростями углы $\beta_1 = 120^\circ$, $\beta_2 = 60^\circ$. Плотность воздуха при стандартных условиях $\rho = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$.

6.1.4. Пример тестирования

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

1. Какой тип насосов используют для подачи жидкостей под высоким напором при небольшом расходе?

- 1) Центробежный насос.
- 2) Вакуумный насос.
- 3) Поршневой насос.
- 4) Шестерёнчатый насос.

2. Что определяет характеристику «рабочая высота» у центробежного насоса?

- 1) Диаметр рабочей камеры.
- 2) Максимальное давление, которое может создать насос.
- 3) Разность уровня подачи и отработки жидкости.
- 4) Скорость вращения импеллера.

3. Какой из перечисленных параметров является главным для выбора вентилятора в системе вентиляции помещений?

- 1) Масса вентилятора.
- 2) Звукопоглощение.
- 3) Расход воздуха (объёмный поток).
- 4) Цвет корпуса.

4. При работе насосов с жидкостями, содержащими частицы, предпочтительно использовать...

- 1) Дисковый насос.
- 2) Поршневой насос.
- 3) Шаровой насос.
- 4) Центробежный насос с закрытой импеллерной крышкой.

5. При проектировании гидравлической системы, коэффициент полезного действия (КПД) насоса обычно рассчитывается как отношение:

- 1) Потребляемой мощности к подводимой мощности.
- 2) Подводимой мощности к потребляемой мощности.
- 3) Давления к расходу.
- 4) Расхода к скорости вращения.

6. При выборе вентилятора для очистки воздуха от пыли предпочтительно использовать...

- 1) Вентилятор с высоким уровнем шума.
- 2) Вентилятор с низкой скоростью вращения и большим диаметром.
- 3) Вентилятор с малым диаметром и высоким оборотом.
- 4) Вентилятор без защиты от частиц.

7. Какой тип вентилятора обычно используется в системах охлаждения электронных компонентов?

- 1) Центробежный вентилятор с закрытой камерой.
- 2) Осьевой вентилятор с большими лопастями.
- 3) Диагональный вентилятор с переменным шагом.
- 4) Вентилятор с регулируемым углом наклона.

8. При расчёте гидравлического сопротивления трубопровода учитывают...

- 1) Теплопроводность стенки трубы.
- 2) Вязкость жидкости, длину и диаметр трубы, а также коэффициент трения.
- 3) Цвет трубы.
- 4) Массу жидкости, протекающей в трубе.

9. Что определяет «скольжение» у вентилятора с переменным шагом?

- 1) Разность скорости вращения лопастей и скорости потока воздуха.
- 2) Уменьшение нагрузки на двигатель.
- 3) Увеличение шума.
- 4) Снижение температуры воздуха.

10. Какой из указанных методов измерения расхода воздуха в вентиляционной системе считается самым точным?

- 1) Вихревой трубочный измеритель.
- 2) Анэмометр Пито.
- 3) Термодатчик.
- 4) Манометр.

11. При работе насосов в системе с переменным уровнем жидкости необходимо контролировать...

- 1) Температуру воздуха в помещении.
- 2) Уровень шума двигателя.
- 3) Давление в системе и уровень жидкостного резерва.
- 4) Цвет индикатора на панели.

12. Какой показатель указывает на эффективность вентилятора в преобразовании электромеханической энергии в кинетическую энергию потока?

- 1) Коэффициент полезного действия (КПД) вентилятора.
- 2) Мощность двигателя.
- 3) Скорость вращения.
- 4) Ширина лопастей.

13. Какой из перечисленных факторов оказывает наибольшее влияние на уровень шума осевого вентилятора?

- 1) Диаметр вентилятора.
- 2) Частота вращения лопастей.
- 3) Материал корпуса.
- 4) Цвет краски.

14. При измерении давления на входе в насос используют...

- 1) Барометр.
- 2) Манометр с обратным торцевым датчиком.
- 3) Термометр.
- 4) Вольтметр.

15. Какой тип вентилятора обычно применяется в вентиляции шахтных проходов, где требуется высокий статический напор?

- 1) Осьевой вентилятор с широким диаметром.
- 2) Центробежный (кукольный) вентилятор с закрытой камерой.
- 3) Вентилятор с регулятором частоты вращения.
- 4) Плоскостный вентилятор с регулировкой угла лопастей.

16. Какой из методов уменьшения кавитации в центробежных насосах подразумевает изменение геометрии импеллера?

- 1) Увеличение количества лопастей.
- 2) Снижение диаметра входного отверстия.
- 3) Увеличение наружного диаметра импеллера.
- 4) Уменьшение толщины корпуса.

17. При выборе вентилятора для системы очистки от запахов особое внимание уделяют...

- 1) Цвету и дизайн вентилятора.
- 2) Показателям уровня шума и возможности установки фильтров.
- 3) Массе устройства.
- 4) Длине шкива привода.

18. Какой тип вентилятора обеспечивает наиболее компактные размеры при высокой производительности?

- 1) Осьевой вентилятор с большим диаметром.
- 2) Диагональный вентилятор.
- 3) Центробежный вентилятор с лопаточным колесом.
- 4) Прямоходный вентилятор.

19. При обслуживании насосов необходимо проверять состояние...

- 1) Силиконовых уплотнителей.
- 2) Электрических контактов двигателя и уплотнений шпилек.
- 3) Цвет покрытия корпуса.
- 4) Длина кабеля питания.

20. Какой показатель определяет способность вентилятора подавать воздух против сопротивления системы?

- 1) Коэффициент давления.
- 2) Статическое давление.
- 3) Мощность двигателя.
- 4) Число оборотов.

21. При эксплуатации насосов в условиях низкой температуры жидкости чаще всего используют...

- 1) Нагревательные элементы в подшипниках.
- 2) Полиэтиленовые шестерни.
- 3) Термостойкие уплотнения и подогрев зоны всасывания.
- 4) Увеличенный расход.

22. Какой тип вентилятора имеет наибольший коэффициент аэродинамической эффективности (η) при высоких скоростях потока?

- 1) Плоскостный (центрический) вентилятор.
- 2) Осьевой вентилятор с регулируемыми лопастями.
- 3) Центробежный вентилятор с закрытой камерой.
- 4) Диагональный вентилятор.

23. Какой из перечисленных методов контроля работы вентилятора в реальном времени наиболее распространён?

- 1) Визуальный осмотр лопастей.
- 2) Термографическая камера
- 3) Датчики оборотов (тактильные датчики RPM) и датчики давления.
- 4) Акустический микрофон.

24. Какой тип насосов используется для перекачки жидкостей с высокой вязкостью?

- 1) Центробежный.
- 2) Поршневой.
- 3) Винтовой.
- 4) Диффузионный.

25. Какая величина определяет способность вентилятора создавать статическое давление?

- 1) Поток.
- 2) Тиском.
- 3) Напором.
- 4) Пределом.

26. Что происходит с кривой производительности центробежного насоса при увеличения скорости вращения?

- 1) Сдвигается вниз.
- 2) Сдвигается влево.
- 3) Сдвигается вверх.
- 4) Не меняется.

27. Какой параметр вентилятора измеряется в $m^3/ч$?

- 1) Давление.
- 2) Мощность.
- 3) Расход.
- 4) Скорость вращения.

28. Что такое КПД (энергетическая эффективность) центробежного насоса?

- 1) Отношение расхода к мощности.
- 2) Отношение полезной работы к потребляемой энергии.
- 3) Соотношение давления к скорости.
- 4) Коэффициент давления к плотности.

29. При подборе насоса для системы водоснабжения, какой параметр выбирают в первую очередь?

- 1) Диаметр входного патрубка.
- 2) Номинальная мощность.
- 3) Характеристику.
- 4) Вес насоса.

30. Какой тип вентилятора чаще всего используется в системах вытяжной вентиляции в офисных помещениях?

- 1) Плоский.
- 2) Центробежный.

- 3) Диаграммный.
- 4) Осьевой.

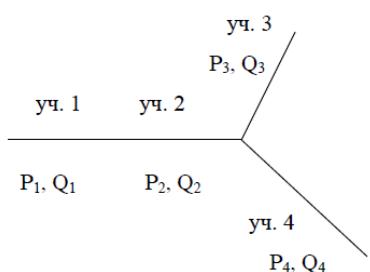
6.1.5. Примерная тематика контрольных работ

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

Примерная тематика контрольных работ по дисциплине «Насосы и вентиляторы»

Задача 1. Подобрать вентиляторный агрегат общего назначения для работы в вентиляционной сети. Характеристику сети – производительность Q ($\text{м}^3/\text{ч}$), потери давления P (Па). Построить полную характеристику вентилятора. Полной характеристикой вентилятора называют графическую зависимость, на которой нанесены линии давления $P-Q$, мощности $N-Q$ и КПД $\eta-Q$.

Задача 2. Как отразится на характеристике вентилятора изменение: а – частоты вращения от n_1 до n_2 ; б – диаметра колеса вентилятора от D_1 до D_2 . Построить характеристику вентилятора при измененных условиях.



Задача 3. Построить суммарную характеристику сложной вентиляционной сети в координатах $P-Q$. Вентиляционная сеть (рис. 1) состоит из четырех участков, производительность и потери давления.

Рис. 1. Вентиляционная сеть

Задача 4. Проанализировать работу двух последовательно включенных в вентиляционную сеть одинаковых вентиляторов, используя метод наложения характеристики сети на характеристику вентилятора.

Задача 5. Проанализировать работу двух параллельно включенных в сеть одинаковых вентиляторов, используя метод наложения характеристики сети на характеристику вентилятора.

Задача 6. Проанализировать работу двух последовательно включенных в вентиляционную сеть одинаковых вентиляторов, используя метод наложения характеристики сети на характеристику вентилятора.

6.1.6. Перечень вопросов к зачету с оценкой

1. Что такое насос?
2. Что такое вентилятор?
3. Что такое объёмные насосы? Каковы их типы?
4. Что такое динамические насосы? Каковы их типы?
5. Что такое поршневые насосы? Каков принцип их действия?
6. Что такое ротационные (роторные) насосы? Каков принцип их действия?
7. Что такое лопастные насосы? Каковы их типы?
8. Что такое струйные насосы? Каков принцип их действия и применение?
9. Что такое плунжерные насосы? Каковы их особенности?
10. Что такое диафрагменные насосы? Каковы их особенности?
11. Что такое шестерённые насосы? Каковы их особенности?

12. Что такое пластинчатые насосы? Каковы их особенности?
13. Что такое вихревые насосы? Каковы их особенности?
14. Как рассчитать геометрическую высоту всасывания насоса?
15. Что такое объёмная подача насоса, вентилятора или компрессора?
16. Что такое массовая подача насоса, вентилятора или компрессора?
17. Что такое напор насоса? Как он связан с давлением насоса и с другими величинами?
18. Что такое удельная мощность и удельная полезная мощность насоса? От чего зависят эти величины?
19. Условия реализации установившегося режима совместной работы насоса и трубопроводной системы (сети).
20. От чего зависит коэффициент полезного действия насоса и как можно повышать его?
21. Уравнение Эйлера в теории работы центробежных насосов и вентиляторов.
22. Теоретический и действительный напоры, развивающиеся рабочим колесом центробежного насоса.
23. Уравнения энергии потока в рабочем колесе центробежного насоса.
24. Теория течения в жидкости в межлопастных каналах, подводах и отводах центробежного насоса.
25. Подобие центробежных вентиляторов, формулы пропорциональности.
26. Пересчёт характеристик при изменении частоты вращения рабочего колеса и вязкости среды в центробежном вентиляторе.
27. Способы регулирования рабочих параметров центробежных вентиляторов.
28. Параллельное и последовательное соединения центробежных насосов.
29. Конструкции промышленных центробежных насосов и влияние их конструктивных особенностей на параметры работы машины.
30. Упрощённый расчёт размеров и формы рабочего колеса центробежного насоса малой быстроходности.
31. Неустойчивость работы, помпаж центробежного насоса.
32. Устройство и эксплуатация насосных установок и насосного оборудования тепловых и атомных электростанций.
33. Центробежные вентиляторы. Их конструкция, характеристики, регулирование и области применения.
34. Давление, развиваемое центробежным вентилятором, его подача, мощность, коэффициент полного давления и коэффициент полезного действия.
35. Осевые насосы и вентиляторы, их конструкции, решётка профилей, основные уравнения, напор, потери энергии, коэффициент полезного действия,
36. Характеристики, регулирование подачи, расчёт осевых насосов и вентиляторов.

37. Работа поршневого насоса, его индикаторная диаграмма, подача.

38. Неравномерность всасывания и подачи поршневого насоса, его рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, регулирование подачи.

39. Конструктивные типы роторных насосов, их рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, неравномерность подачи, регулирование подачи и области применения.

40. Вихревые насосы, способ их действия, основы теории, реальные характеристики, уравновешивание сил, действующих на колесо, область применения.

41. Центробежно-вихревые, водокольцевые, струйные насосы, их конструкции, рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, регулирование подачи.

42. Компрессорные машины, их теоретическое описание, термодинамика компрессорного процесса, охлаждение, ступенчатое сжатие, число ступеней, промежуточное давление.

43. Характеристики лопастных компрессоров, их пересчёты, регулирование.

44. Центробежные, осевые, поршневые, роторные компрессоры, их конструкции, ступени, рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, регулирование подачи, расчёты, области применения.

45. Теоретическая и реальная индикаторная диаграмма поршневого компрессора. Мощность многоступенчатого поршневого компрессора.

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 3 курс 6 семестр необходимо: выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, лабораторных работ, индивидуальных задач и тестирования, а также выполнение контрольной работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Насосы и вентиляторы» применяется традиционная система оценки текущего и промежуточного контроля освоения программы.

- 3 курс 6 семестр: зачет с оценкой.

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

Таблица 7

Критерии оценивания письменного и устного опроса

Оценка	Критерии оценивания
--------	---------------------

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 8

Критерии оценивания защиты лабораторных работ

Оценка	Критерии оценивания
лабораторная работа «зачтена»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, выполнены все задания лабораторной 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
лабораторная работа «незачтена»	Лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная 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 9

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, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы
Минимальный уровень «2»	«неудовлетворительно» – студент не выполнил индивидуальные задачи

Таблица 10

Критерии оценивания контрольная работы

Оценка	Критерии оценки
«зачтено»	контрольная 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 контрольной работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков
«незачтено»	контрольная 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 контрольной работы студентом не продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков

Таблица 11
**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 лабораторных 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, Н.И. 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.

2. Малин, Николай Иванович. Проектирование систем теплоснабжения: рабочая тетрадь предназначена для студентов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», (уровень бакалавриата) профиль «Энергообеспечение предприятий» / 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: Офсет Принт, 2018. — 63 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Коллекция: Рабочие тетради. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/rt76.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/rt76.pdf>>.

3. Осмонов, Орзмамат Мамасалиевич. Расчет гелиоводонагревательной и биоэнергетической установок для фермерского хозяйства: методическое пособие / О. М. Осмонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 87 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo179.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - <https://doi.org/10.34677/2018.179>. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo179.pdf>>. — <URL:<https://doi.org/10.34677/2018.179>>.

4. Осмонов, Орзмамат Мамасалиевич. Тепловые схемы энергетических установок и методы их расчета: методические указания / О. М. Осмонов, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. — 33 с.: рис. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/143.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/143.pdf>>.

5. Осмонов, Орзмамат Мамасалиевич. Нетрадиционные возобновляемые источники: учебное пособие / О. М. Осмонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. — 102 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/185.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/185.pdf>>.

6. Осмонов, Орзмамат Мамасалиевич. Расчет системы солнечного горячего водоснабжения: методические указания / О. М. Осмонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра теплотехники, гидравли-

ки и энергообеспечения предприятий. — Электрон. текстовые дан. — Москва: Росинформагротех, 2017. — 61 с.: табл., рис. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo89.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo89.pdf>>.

7. Осмонов, Орозмамат Мамасалиевич. Общая энергетика: учебное пособие / О. М. Осмонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. — 98 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/186.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/186.pdf>>.

8. Рудобашта, Станислав Павлович. Основы трансформации теплоты: учебное пособие / С. П. Рудобашта, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: Реарт, 2018. — 152 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/d9394.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/d9394.pdf>>.

9. 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.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo313.pdf>. - Загл. с титул. экрана. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo313.pdf>>.

10. Кожевникова, Наталья Георгиевна. Системы отопления и вентиляции: учебное пособие / Н. Г. Кожевникова, Е. Л. Бабичева; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. — 132 с.: рис., схемы, табл., цв. ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/145.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/145.pdf>>.

11. Водоснабжение: практикум / Н.Г. Кожевникова [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. — 97 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/s20112020-3.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикаций. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/s20112020-3.pdf>>.

7.2 Дополнительная литература

1. Али, М.С. Насосы и насосные установки: учебник / М.С. Али, Д.С. Бегляров; рец.: А. Т. Шагапов , Н. В. Ханов; Российский государственный аг-

арный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2022. — 130 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/s29122022NiNU.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/full/s29122022NiNU.pdf>>.

2. Али, М.С. Насосные станции: учебник / М.С. Али, Д.С. Бегляров, П.А. Михеев; рец.: А. Т. Шагапов , Н. В. Ханов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2022. — 176 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа : http://elib.timacad.ru/dl/full/s10012023Ali_Beglyrov.pdf. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:http://elib.timacad.ru/dl/full/s10012023Ali_Beglyrov.pdf>.

3. Мхитарян, Марина Георгиевна. Теплогазоснабжение и вентиляция: учебное пособие / М. Г. Мхитарян, Э. Е. Назаркин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, Кафедра сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019. — 131 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo431.pdf>. - Загл. с титул. экрана. — <https://doi.org/10.34677/2019.030>. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo431.pdf>>. — <URL:<https://doi.org/10.34677/2019.030>>.

4. Мхитарян, Марина Георгиевна. Теплогазоснабжение и вентиляция: методические указания / М. Г. Мхитарян, Э. Е. Назаркин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, Кафедра сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. — 43 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo306.pdf>. - Загл. с титул. экрана. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo306.pdf>>.

7.3 Нормативные правовые акты

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 5976-2020 "Вентиляторы радиальные общего назначения. Общие технические условия" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 октября 2020 г. N 867-ст) // <https://base.garant.ru/401454960/>.

2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31839-2012 (EN 809:1998) "Насосы и агрегаты насосные для перекачки жидкостей. Общие требования безопасности" (введен в действие приказом Федерального агентства по тех-

ническому регулированию и метрологии от 21 ноября 2012 г. N 998-ст) // <https://base.garant.ru/71066682/>.

3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32601-2022 (ISO 13709:2009) "Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. Общие технические требования" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 июля 2022 г. N 578-ст) // <https://base.garant.ru/405973711/>.

7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Для проведения лабораторных работ по дисциплине используются приведенные в списке рекомендованной дополнительной литературы ниже-перечисленные материалы:

1. Гидрогазодинамика: рабочая тетрадь / Н. Г. Кожевникова [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт механики и энергетики имени В. П. Горячкina. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019. — 70 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Коллекция: Рабочие тетради. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo393.pdf>. - Загл. с титул. экрана. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo393.pdf>>.

2. Малин, Николай Иванович. Проектирование систем теплоснабжения: рабочая тетрадь / Н. И. Малин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт механики и энергетики имени В. П. Горячкina, Кафедра теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019. — 63 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Коллекция: Рабочие тетради. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo397.pdf>. - Загл. с титул. экрана. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo397.pdf>>.

3. Водоснабжение: рабочая тетрадь / Н. Г. Кожевникова [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт механики и энергетики имени В. П. Горячкina. — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019. — 81 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Коллекция: Рабочие тетради. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo391.pdf>. - Загл. с титул. экрана. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo391.pdf>>.

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

1. <https://portal.timacad.ru/> – учебно-методический портал (открытый доступ).

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

3. Интернет-ресурсы:

- <http://standartgost.ru> «Открытая база ГОСТов» (открытый доступ).

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 12

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1		Автокад	Расчёчная и обучающая	Дэвид Бирнз	2015
		Компас		Михаил Абрамзон	2015
2		Автокад	Расчёчная и обучающая	Дэвид Бирнз	2015
		Компас		Михаил Абрамзон	2015
3		Автокад	Расчёчная и обучающая	Дэвид Бирнз	2015
		Компас		Михаил Абрамзон	2015

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

Таблица 13

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Лаборатории № 201 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория 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); 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);

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	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.

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине «Насосы и вентиляторы» 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, лабораторные работы, 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 лабораторным занятиям студент должен повторить теоретический материал по лекции, а также по учебникам и учебным пособиям, рекомендуемым настоящей программой. На каждое лабораторную работу студент должен иметь тетрадь, карандаш, линейку, циркуль, угольник, транспортир.

Студентам необходимо:

- внимательно ознакомиться с содержанием тематического плана, вывешиваемого на кафедре, и приведенным в нем списком рекомендуемой литературы;
- получить консультацию у преподавателя кафедры, ведущего дисциплину «Насосы и вентиляторы», 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 Кр сразу после получения задания;

➤ при выполнении Кр ответить на все пункты содержания темы контрольной работы;

➤ перед выполнением лабораторных работ ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению;

➤ для допуска к зачету с оценкой студенту необходимо выполнить и успешно сдать отчеты по всем лабораторным работам, 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 лабораторных работ должно быть максимально приближено к уровню, на котором ведется экспериментальная научно-исследовательская работа в конкретной предметной области.

При подготовке к лабораторной работе студент должен изучить рекомендованный к данной теме материал по учебнику и лабораторному 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 лабораторный занятиях студент обязан обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты.

Окончательно оформленные отчеты по лабораторным работам защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя в день выполнения лабораторной работы или 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 лабораторную работу 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 лабораторные работы, задачи и пройденное тестирование и выполнение Кр, а также имеется в наличии рукописный конспект лекций.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Наилучшей формой организации обучения по дисциплине «Насосы и вентиляторы» представляется такая, при которой все виды предусмотренных учебным планом занятий (лекции, лабораторные работы, задачи, тестирование, контрольная 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 лабораторных работ, а также в процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины и выполнения контрольной 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 лабораторных работ (последние целесообразно проводить с подгруппой) также является, наряду с лекциями, важным элементом закрепления изучаемого материала и приобретения студентами практических навыков.

Перед проведением очередной лабораторной 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 подготовленной рабочей тетрадью по теме работы (т.е. с вписанными в нее теоретическими положениями, формулами и т.п.).

При необходимости, перед проведением лабораторных работ, связанных с испытанием оборудования, преподаватель, или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности с росписью студента в журнале.

После снятия опытных данных (при проведении лабораторных работ) и обработки их результатов, студенты заполняют (если это предусмотрено заданиями) формы схем, таблицы-пустографики, строят графики, делают выводы по работе.

После выполнения и оформления в рабочей тетради лабораторной ра-

боты, 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 тестированию 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.

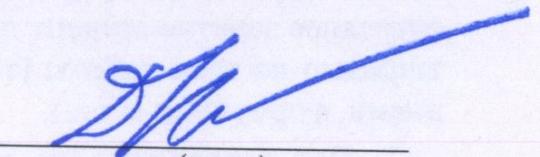
Выполнение индивидуальных задач, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы и для формирования умений: решение задач по образцу и выполнение расчетов.

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.

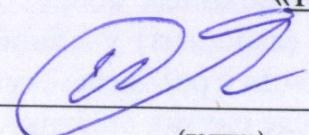
Программу разработали:

Нормов Д.А., д.т.н., профессор


(подпись)

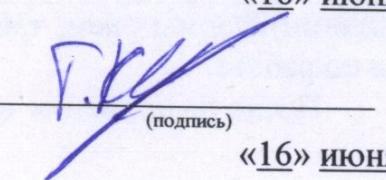
«16» июня 2025 г.

Канатников Ю.А., ст. преподаватель


(подпись)

«16» июня 2025 г.

Кукушкина Т.С., ассистент


(подпись)

«16» июня 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ
**на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.03 «Насосы и вентиляторы» ОПОП
ВО по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленность
«Инжиниринг теплоэнергетических систем»
(квалификация выпускника – бакалавр)**

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

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «**Насосы и вентиляторы**» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В.
3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**.
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «**Насосы и вентиляторы**» закреплено 2 **компетенции** ПКос-1 (индикаторы компетенций ПКос-1.1); ПКос-2 (индикаторы компетенций ПКос-2.2). Дисциплина «**Насосы и вентиляторы**» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
6. Общая трудоемкость дисциплины «**Насосы и вентиляторы**» составляет 3 зачетных единиц (108 часов).
7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросах исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «**Насосы и вентиляторы**» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»** и возможность дублирования в содержании отсутствует.
8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
9. Программа дисциплины «**Насосы и вентиляторы**» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.
10. Виды, содержание и трудоемкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, со-

держащимся во ФГОС ВО направления **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника».**

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение и защита лабораторных работ, участие в тестировании и контрольных опросах, выполнение контрольной работы, работа с технической литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

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

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 11 источников (базовые учебники), дополнительной литературой – 4 наименований, нормативные правовые акты – 2 источника, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **«Насосы и вентиляторы»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **«Насосы и вентиляторы»**.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

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

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

(подпись)

«16» июня 2025 г.