

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан инженерно-технологического фа-
культета

Кулаев Е.В.

24 мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.15 Теплотехника

Шифр и наименование дисциплины по учебному плану

35.03.06 – Агроинженерия

Код и наименование направления подготовки

Технические системы в агробизнесе

Наименование профиля подготовки

Программа бакалавриата

Ориентация ОП ВО в зависимости от вида профессиональной деятельности

Бакалавр

Квалификация выпускника

Очная, заочная

Форма обучения

2022

год набора на ОП

Ставрополь, 2022

1. Цель дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины Б1.О.15 «Теплотехника» является формирование целостных представлений о термодинамических процессах и фундаментальных законах термодинамики и теплопереноса для эксплуатации и разработки теплотехнических систем в области сельского хозяйства.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижения компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-2 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-2.2 Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Знать: Основные законы термодинамики и теплообмена
		Уметь: Решать теплотехнические задачи с применением законов термодинамики и теплообмена
	УК-2.3 Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	Владеть: расчета теплового и воздушного режимов помещений
		Знать: Основные законы термодинамики и теплообмена
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии	Уметь: Решать теплотехнические задачи с применением законов термодинамики и теплообмена
		Владеть: расчета теплового и воздушного режимов помещений
		Знать: Конструкцию и основы эксплуатации теплотехнического оборудования, применяемого в сельском хозяйстве, методы решения задач теплопроводности и расчета теплоизоляции
	ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Уметь: Эффективно применять тепловые ресурсы, обеспечивающие энергосбережение в сельском хозяйстве
Владеть: навыки теплового расчета капитальных хранилищ с регулируемым температурно-влажностным режимом		
Знать: Основные законы термодинамики и теплообмена		
ОПК-5 Способен участвовать в проведении экспе-	ОПК-5.1 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в	Уметь: Решать теплотехнические задачи с применением законов термодинамики и теплообмена
		Владеть: расчета теплового и воздушного режимов помещений
		Знать: Математические уравнения, описывающие движение жидкости и состояние ее равновесия
		Уметь: Использовать теорию размерностей при решении инженерных задач

5	108/3	-	-	-	-	2	0,25
---	-------	---	---	---	---	---	------

Заочная форма обучения

Курс	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
3	108/3	2	2	6	91	9	Экзамен
<i>в т.ч. часов в интерактивной форме</i>		-	-	2	-	-	-

Курс	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел						
		Контрольная работа	Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
3	108/3	-	-	-	-	-	2	0,25

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием ответственного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Очная форма обучения

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Коды формируемых компетенций
		всего	лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа		
Раздел 1. Теоретические основы технической термодинамики								
1	Основные понятия термодинамики.		2			6	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Законы термодинамики		2			6	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
3	Термодинамические циклы		2			6	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
4	Влажный воздух		2			6	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
Раздел 2. Основы теории теплообмена								
1	Теплопроводность		2		14	4	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Конвективный теплообмен и теплообмен излучением		2		14	6	Контрольная работа №1 устный опрос Тестирование	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
Раздел 3. Теплоэнергетические установки и системы								

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Коды формируемых компетенций
		всего	лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа		
1	Топливо и основы горения		2			4	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Теплогенерирующие установки		2		6	4	устный опрос Контрольная работа №2	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
Раздел 4. Использование теплоты в сельском хозяйстве								
1	Теплофизика сельскохозяйственных помещений		2			6	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Хранение сельскохозяйственной продукции. Экономия теплоэнергетических ресурсов		2			6	устный опрос Тестирование	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	Промежуточная аттестация	36					Экзамен	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	Итого	108	10		26	36		

Заочная форма обучения

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Коды формируемых компетенций
		всего	лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа		

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Коды формируемых компетенций
		всего	лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа		
Раздел 1. Теоретические основы технической термодинамики								
1	Основные понятия термодинамики.		2			12	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Законы термодинамики					12	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
3	Термодинамические циклы					12	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
4	Влажный воздух					12	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
Раздел 2. Основы теории теплообмена								
1	Теплопроводность		2		4	12	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Конвективный теплообмен и теплообмен излучением				2	12	устный опрос Тестирование	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
Раздел 3. Теплоэнергетические установки и системы								

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Коды формируемых компетенций
		всего	лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа		
1	Топливо и основы горения					12	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Теплогенерирующие установки				2	12	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2

Раздел 4. Использование теплоты в сельском хозяйстве

1	Теплофизика сельскохозяйственных помещений					10	устный опрос	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Хранение сельскохозяйственной продукции. Экономия теплоэнергетических ресурсов					10	устный опрос Тестирование	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	Промежуточная аттестация	9					Экзамен	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
						7	Контрольная работа	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	Итого	108	2	0	6	89		

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий*

№	Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий*)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интер. занятий	
			очная форма	заочная форма
1	Основные понятия термодинамики.	Термодинамическая система, параметры состояния, уравнение состояния, газовые смеси, термодинамические процессы	2/0	2/0

№	Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий*)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интер. занятий	
			очная форма	заочная форма
2	Законы термодинамики (лекция-дискуссия)	Первый закон термодинамики, внутренняя энергия, работа и теплота процесса, теплоемкость, энтальпия, энтропия, второй закон термодинамики, термический анализ циклов, цикл Карно, изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах, третье начало термодинамики, коэффициент полезного действия.	2/2	
3	Термодинамические циклы	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания, циклы холодильных установок, циклы паросиловых установок, термодинамические циклы в компрессорах.	2/0	
4	Влажный воздух	Процессы образования водяного пара, параметры состояния жидкости и пара, влагосодержание воздуха, абсолютная влажность, относительная влажность, диаграмма влажного воздуха.	2/0	
5	Теплопроводность	Закон Фурье, дифференциальное уравнение теплопроводности, теплопроводность при стационарном и нестационарном режиме, граничные условия.	2/0	2/0
6	Конвективный теплообмен и теплообмен излучением (лекция-дискуссия)	Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена, основы теории подобия, моделирование процессов конвективного теплообмена, критериальные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи, законы лучистого теплообмена, теплообмен излучением между твердыми телами, коэффициент теплообмена излучением.	2/2	
7	Топливо и основы горения	Состав и характеристика топлива, кинетические основы теории горения органического топлива, горение твердого топлива, скорость горения.	2/0	
8	Теплогенерирующие установки	Классификация котельных установок, принципиальная схема котлоагрегата, топочное оборудование, экономайзеры, воздухоподогреватели, пароперегреватели, тепловой баланс котла.	2/0	
9	Теплофизика сельскохозяйственных помещений	Тепловой режим помещения, воздушный режим помещений, отопление, горячее водоснабжение и кондиционирование воздуха.	2/0	
10	Хранение сельскохозяйственной продукции. Экономия теплоэнергетических ресурсов	Типы хранилищ для овощей и плодов, вентиляция хранилищ, хранение в регулируемой газовой среде, автоматическое регулирование температурно-влажностного режима. Возобновляемые источники энергии, теплонасосные установки, энергоэффективные здания, оптимизация энергетических систем.	2/0	
Итого			10/4	4/0

5.2. Практические занятия не предусмотрены

5.3. Лабораторные занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме*

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий*)	Всего, часов / часов интерактивных занятий	
		очная форма	заочная форма
Основы теории теплообмена	Определение теплопроводности твердых материалов методом пластины.	6/2	2/2
	Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального цилиндра.	6/2	2/0
	Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов.	8/0	2/0
	Исследование теплоотдачи при вынужденном движении воздуха в трубе.	8/0	-
Теплоэнергетические установки и системы	Исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании.	4/0	2/0
	Определение коэффициента излучения.	2/0	-
Итого		26/4	8/2

*Интерактивные формы проведения занятий, предусмотренные рабочей программой дисциплины проводятся в соответствии с Положением об интерактивных формах обучения в ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ.

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Виды самостоятельной работы	Очная форма, часов		Заочная форма, часов	
	к текущему контролю	к промежуточной аттестации	к текущему контролю	к промежуточной аттестации
Подготовка к лабораторным занятиям	10	-	116	-
Подготовка к контрольным точкам	8	-	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-	-	7
Подготовка к экзамену	-	36	-	-
ИТОГО	18	36	116	7

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Теплотехника» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Теплотехника»
2. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Теплотехника»

3. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Теплотехника»
4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	интернет-ресурсы (из п.9 РПД)
1	Основные понятия термодинамики	1,2,3,4	1,2,5,7,8	1,2,3
2	Законы термодинамики	2,3,4	1,2,3	1,2,3
3	Термодинамические циклы	1,2,3	1,2,3	1,2,3
4	Влажный воздух	3,4	1,2,3	1,2,3
5	Теплопроводность	1,4	3,5,8	1,2,3
6	Конвективный теплообмен и теплообмен излучением	1,2,3,4	2,3	1,2,3
7	Топливо и основы горения	2,3,4	1,3	1,2,3
8	Теплогенерирующие установки	1,2,3	1,3,4,5,6	1,2,3
9	Теплофизика сельскохозяйственных помещений	1,2,3,4	1,3	1,2,3
10	Хранение сельскохозяйственной продукции. Экономия теплоэнергетических ресурсов	2,3,4	1,2,3	1,2,3

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теплотехника»

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Очная форма обучения

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Семестр							
		1	2	3	4	5	6	7	8
УК-2.2 Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы	Б1.О.04Безопасность жизнедеятельности			+					
	Б1.О.05Экономическая теория					+			
	Б1.О.08Правоведение				+				
	Б1.О.12Технологическое предпринимательство						+		
	Б1.О.14Гидравлика						+		
	Б1.О.15Теплотехника						+		

Компетенция (код и содержание) и ограничения	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Семестр							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация				+				
	Б1.О.26Механика			+	+	+			
	Б1.О.26.03Детали машин, основы конструирования и подъемно-транспортные машины				+	+			
	Б1.О.31Экономика и организация производства на предприятиях АПК								+
	Б1.О.32Экономическое обоснование инженерно-технических решений							+	
	Б1.О.35Проектная деятельность				+				
	Б1.В.10Машины и оборудование в животноводстве						+		
	Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		+						
	Б2.О.02(П)Научно-исследовательская работа								+
	Б2.В.03(П)Эксплуатационная практика						+		
	Б2.В.04(Пд)Преддипломная практика								+
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								+
	ФТД.02Ресурсо- и энергосберегающие технологии при производстве продукции АПК							+	
УК-2.3 Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости кор-	Б1.О.05Экономическая теория					+			
	Б1.О.14Гидравлика						+		
	Б1.О.15Теплотехника					+			
	Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация				+				
	Б1.О.24Основы взаимозаменяемости и технические измерения					+			

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Семестр								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
рекирует спо- собы решения задач	Б1.О.32Экономическое обоснование инженерно-технических решений								+	
	Б1.О.33Уборочная техника								+	
	Б1.О.35Проектная деятельность				+					
	Б1.В.03Технологии в животноводстве								+	
	Б1.В.09Сельскохозяйственные машины				+	+	+			
	Б1.В.09.01Сельскохозяйственная техника				+	+				
	Б1.В.09.02Средства малой механизации растениеводства							+		
	Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		+							
	Б2.О.02(П)Научно-исследовательская работа									+
	Б2.В.03(П)Эксплуатационная практика							+		
	Б2.В.04(Пд)Преддипломная практика									+
	Б3.01Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена									+
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы									+
	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии	Б1.О.09Математика	+	+	+					
Б1.О.10Физика		+	+	+						
Б1.О.11Химия		+								
Б1.О.13Начертательная геометрия и инженерная графика		+	+							
Б1.О.14Гидравлика								+		
Б1.О.15Теплотехника						+				
Б1.О.16Материаловедение и технология конструкционных материалов			+	+	+					

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Семестр							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация				+				
	Б1.О.18Автоматика							+	
	Б1.О.26Механика			+	+	+			
	Б1.О.26.01Теория механизмов и машин			+					
	Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		+						
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								+
ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Б1.О.09Математика	+	+	+					
	Б1.О.10Физика	+	+	+					
	Б1.О.11Химия	+							
	Б1.О.13Начертательная геометрия и инженерная графика	+	+						
	Б1.О.14Гидравлика						+		
	Б1.О.15Теплотехника					+			
	Б1.О.16Материаловедение и технология конструкционных материалов		+	+	+				
	Б1.О.25Теоретическая механика		+						
	Б1.О.29Электропривод и электрооборудование						+		
	Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		+						
Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								+	
ОПК-5.1 Под руководством специалиста более высокой квалификации участ-	Б1.О.14Гидравлика						+		
	Б1.О.15Теплотехника					+			
	Б1.О.16Материаловедение и технология кон-		+	+	+				

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Семестр							
		1	2	3	4	5	6	7	8
вует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии	струкционных материалов								
	Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация				+				
	Б1.О.18Автоматика							+	
	Б1.О.21Основы производства продукции животноводства			+					
	Б1.О.25Теоретическая механика		+						
	Б1.О.26Механика			+	+	+			
	Б1.О.26.01Теория механизмов и машин			+					
	Б1.О.30Топливо и смазочные материалы					+			
	Б1.О.33Уборочная техника							+	
	Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		+						
	Б2.О.02(П)Научно-исследовательская работа								+
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								+
ОПК-5.2 Использует классические и современные методы исследования в области агроинженерии	Б1.О.14Гидравлика						+		
	Б1.О.15Теплотехника					+			
	Б1.О.16Материаловедение и технология конструкционных материалов		+	+	+				
	Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация				+				
	Б1.О.18Автоматика							+	
	Б1.О.20Основы производства продукции растениеводства		+						
	Б1.О.26Механика			+	+	+			
Б1.О.26.02Соппротивление материалов			+	+					

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Семестр							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	Б1.О.28Тракторы и автомобили				+	+	+		
	Б1.О.29Электропривод и электрооборудование						+		
	Б2.О.02(П)Научно-исследовательская работа								+
	Б3.01Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								+
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								+

Заочная форма обучения

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
УК-2.2 Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	Б1.О.04Безопасность жизнедеятельности					
	Б1.О.05Экономическая теория			+		
	Б1.О.08Правоведение		+			
	Б1.О.12Технологическое предпринимательство			+		
	Б1.О.14Гидравлика			+		
	Б1.О.15Теплотехника				+	
	Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация		+			
	Б1.О.26Механика		+			
	Б1.О.26.03Детали машин, основы конструирования и подъемно-транспортные машины				+	
	Б1.О.31Экономика и организация производства на предприятиях АПК				+	
	Б1.О.32Экономическое обоснование инженерно-технических решений		+			
Б1.О.35Проектная деятельность			+			

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
	Б1.В.10Машины и оборудование в животноводстве		+			
	Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)					+
	Б2.О.02(П)Научно-исследовательская работа			+		
	Б2.В.03(П)Эксплуатационная практика					+
	Б2.В.04(Пд)Преддипломная практика					+
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					
	ФТД.02Ресурсо- и энергосберегающие технологии при производстве продукции АПК			+		
	УК-2.3 Оценивает решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач	Б1.О.05Экономическая теория			+	
Б1.О.14Гидравлика				+		
Б1.О.15Теплотехника					+	
Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация					+	
Б1.О.24Основы взаимозаменяемости и технические измерения				+		
Б1.О.32Экономическое обоснование инженерно-технических решений					+	
Б1.О.33Уборочная техника					+	
Б1.О.35Проектная деятельность			+			
Б1.В.03Технологии в животноводстве					+	
Б1.В.09Сельскохозяйственные машины			+	+		
Б1.В.09.01Сельскохозяйственная техника			+			
Б1.В.09.02Средства малой механизации растениеводства				+		
Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том			+			

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
	числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)					
	Б2.О.02(П)Научно-исследовательская работа					+
	Б2.В.03(П)Эксплуатационная практика			+		
	Б2.В.04(Пд)Преддипломная практика					+
	Б3.01Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					+
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					+
ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии	Б1.О.09Математика	+	+			
	Б1.О.10Физика	+	+			
	Б1.О.11Химия	+				
	Б1.О.13Начертательная геометрия и инженерная графика	+				
	Б1.О.14Гидравлика			+		
	Б1.О.15Теплотехника				+	
	Б1.О.16Материаловедение и технология конструкционных материалов	+	+			
	Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация			+		
	Б1.О.18Автоматика				+	
	Б1.О.26Механика		+			
	Б1.О.26.01Теория механизмов и машин		+			
	Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		+			
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					+
ОПК-1.2 Ис-	Б1.О.09Математика	+	+			

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
пользует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Б1.О.10Физика	+	+			
	Б1.О.11Химия	+				
	Б1.О.13Начертательная геометрия и инженерная графика	+				
	Б1.О.14Гидравлика			+		
	Б1.О.15Теплотехника				+	
	Б1.О.16Материаловедение и технология конструкционных материалов	+	+			
	Б1.О.25Теоретическая механика		+			
	Б1.О.29Электропривод и электрооборудование				+	
	Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		+			
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					+
ОПК-5.1 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии	Б1.О.14Гидравлика			+		
	Б1.О.15Теплотехника				+	
	Б1.О.16Материаловедение и технология конструкционных материалов	+	+			
	Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация			+		
	Б1.О.18Автоматика				+	
	Б1.О.21Основы производства продукции животноводства			+		
	Б1.О.25Теоретическая механика		+			
	Б1.О.26Механика		+			
	Б1.О.26.01Теория механизмов и машин		+			
Б1.О.30Топливо и смазочные материалы				+		

Компетенция (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
	Б1.О.33Уборочная техника				+	
	Б2.О.01(У)Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		+			
	Б2.О.02(П)Научно-исследовательская работа					+
	Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					+
ОПК-5.2 Использует классические и современные методы исследования в области агроинженерии	Б1.О.14Гидравлика			+		
	Б1.О.15Теплотехника				+	
	Б1.О.16Материаловедение и технология конструкционных материалов	+	+			
	Б1.О.17Метрология, стандартизация и сертификация			+		
	Б1.О.18Автоматика				+	
	Б1.О.20Основы производства продукции растениеводства	+				
	Б1.О.26Механика		+			
	Б1.О.26.02Соппротивление материалов		+			
	Б1.О.28Тракторы и автомобили			+		
	Б1.О.29Электропривод и электрооборудование				+	
	Б2.О.02(П)Научно-исследовательская работа					+
	Б3.01Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					+
Б3.02Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					+	

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения компетенций формируемых дисциплиной «Теплотехника»

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и лабораторных занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

Знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных занятиях при условии активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Критерии оценки посещения и работы на лекционных занятиях (маx 10 баллов)

10 баллов – студент посетил все лекции, активно работал на них в полном соответствии с требованиями преподавателя

-1 балл – за каждый пропуск лекций или замечание преподавателя по поводу отсутствия активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Критерии оценки работы студента на лабораторных занятиях (маx 15 баллов)

Результативность работы на лабораторных занятиях оценивается преподавателем по результатам устных опросов, письменных ответов, тестировании, проведении активности при участии в занятиях, проводимых в интерактивной форме:

15 баллов – студент посетил все лабораторные занятия, активно работал на них в полном соответствии с требованиями преподавателя;

1 балл – за оцененное на «отлично» выполнение задания по каждой из 10 тем (маx – 10 баллов);

-1 балл – за каждый пропуск практических занятий или замечание преподавателя по поводу отсутствия активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

1 балл – за активное участие в занятиях и активный ответ на защите лабораторной работы.

Рейтинговая оценка знаний при проведении текущего контроля успеваемости на контрольных точках позволяет обучающемуся набрать **до 60 баллов**. Знания, умения и навыки по формируемым компетенциям оцениваются по результатам следующих форм контроля.

Лабораторная работа – вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра, состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Критерий ответа по выполненной лабораторной работе

8 баллов. Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.

6 баллов. Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

4 балла. Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

2 балла. Работа выполнена полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает за-

труднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

0 баллов. Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, не способен ответить на дополнительные вопросы.

Контрольная работа состоит из двух теоретических вопросов и одной практикоориентированной задачи.

Критерии оценки контрольной работы

14 баллов. Дан полный исчерпывающий ответ на оба теоретических вопроса, задача решена. Примененные методы решения задачи обоснованы, выкладки четкие и ясные.

10 баллов. Дан полный ответ на один вопрос, задача решена. Примененные методы решения задачи обоснованы, выкладки четкие и ясные.

6 баллов. Нет ответов на теоретические вопросы, но решена задача или не решена задача, но даны полные, исчерпывающие ответы на теоретические вопросы.

3 балла. Ответы на теоретические вопросы неполные, нет целостного понимания вопроса, ответ имеет обрывчатый, разрозненный характер.

0 баллов. Нет ответов на вопросы, задача не решена.

Устный опрос - Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Критерий оценки ответа на 1 вопрос

2 балла - выставляется, когда студентом дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, явлений; ответ изложен литературным языком с использованием современной экономической терминологии.

1,5 балла - выставляется, когда студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, в основном раскрыт обсуждаемый вопрос; в ответе прослеживается логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий и явлений; ответ изложен литературным языком с использованием экономической терминологии, но могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

1 балл - выставляется, когда студентом дан не полный ответ на поставленный вопрос, слабо раскрыты основные положения вопросов; в ответе нарушается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий; в процессе ответа используется экономическая терминология, но студентом допускаются недочеты в определении понятий и не исправляются самостоятельно в процессе ответа.

0,5 балла - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Собеседование, тестирование, технологические диктанты, (оценка знаний – max 3 балла)

3 балла – за оцененные на «отлично» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные без ошибок технологические диктанты и наличие 80% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины;

2,5 балла – за оцененные на «хорошо» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные с 1 ошибкой технологические диктанты и наличие 70% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины;

2 балла – за оцененные на «удовлетворительно» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные с 2 ошибками технологические диктанты и наличие 50% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины.

1,5 балла – за оцененные на «удовлетворительно» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные с 3 ошибками технологические диктанты и наличие 40% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины.

1 балл – за оцененные на «удовлетворительно» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные с 4 ошибками технологические диктанты и наличие 30% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины.

Если за письменные ответы на контрольной точке обучающийся не получил удовлетворяющее его количество баллов, то он может получить поощрительные баллы за подготовку сопровождаемых презентациями докладов, статей (не более 15 баллов).

Статья – средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить ее анализ с использованием знаний, умений и навыков, приобретаемых в рамках изучения предыдущих и данной дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Критерии оценки

15 баллов. Статья объемом не менее 4 страниц демонстрирует умение проведения самостоятельного актуального научно-практического исследования, правильно оформлена, содержит оригинальный анализ проблемы, подтвержденный статистическими и/или отчетными данными, графическим материалом. В ней рассмотрены возможные пути решения проблемы, сформулировать правильные выводы и предложения, отражающие авторскую точку зрения.

10 баллов. Статья объемом не менее 3 страниц демонстрирует умение проведения самостоятельного актуального научно-практического исследования, правильно оформлена, содержит типовой анализ проблемы, подтвержденный статистическими и/или отчетными данными. В ней рассмотрены возможные пути решения проблемы, сформулировать правильные выводы и предложения.

5 балл. Статья объемом не менее 2 страниц представлена в виде тезисов, демонстрирует умение проведения самостоятельного актуального научно-практического исследования, правильно оформлена, содержит анализ проблемы, подтвержденный отдельными статистическими и/или отчетными данными. В ней сформулированы правильные выводы и предложения.

Результат текущего контроля для студентов заочной формы обучения складывается из оценки результатов обучения по всем разделам дисциплины и включает контрольную работу (**max 60 баллов**), выполненную студентом в рамках самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации, посещение лекций (**max 10 баллов**), результативность работы на практических занятиях (**max 15 баллов**), поощрительные баллы за подготовку статьи (**max 15 баллов**).

Критерии оценки посещения и работы на лекционных занятиях (max 10 баллов)

10 баллов – студент посетил все лекции, активно работал на них в полном соответствии с требованиями преподавателя.

-1 балл – за каждый пропуск лекций или замечание преподавателя по поводу отсутствия активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Критерии оценки работы студента на лабораторных занятиях

Результативность работы на лабораторных занятиях оценивается преподавателем по результатам собеседований, активности участия в занятиях, проводимых в интерактивной форме, и качеству выполнения отчета по лабораторной работе.

Собеседование, тестирование, технологические диктанты, (оценка знаний – мах 3 балла)

3 балла – за оцененные на «отлично» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные без ошибок технологические диктанты и наличие 80% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины;

2,5 балла – за оцененные на «хорошо» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные с 1 ошибкой технологические диктанты и наличие 70% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины;

2 балла – за оцененные на «удовлетворительно» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные с 2 ошибками технологические диктанты и наличие 50% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины.

1,5 балла – за оцененные на «удовлетворительно» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные с 3 ошибками технологические диктанты и наличие 40% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины.

1 балл – за оцененные на «удовлетворительно» ответы на поставленные преподавателем вопросы, написанные с 4 ошибками технологические диктанты и наличие 30% правильных ответов на тестовые задания по всем темам дисциплины.

Контрольная работа, выполненная в рамках дисциплина Теплотехника включает два теоретических вопроса (оценка знаний – мах 15 баллов) и практико-ориентированную задачу (оценка умений и навыков – мах 30 баллов).

Критерии оценки ответа на 1 теоретический вопрос (знания):

15 баллов – при полном знании и понимании содержания раздела, отсутствии ошибок, неточностей, демонстрации студентом системных знаний и глубокого понимания закономерностей; при проявлении студентом умения самостоятельно и творчески мыслить;

8-10 баллов – при полном содержательном ответе, отсутствии ошибок в изложении материала и при наличии не более четырех неточностей;

5-6 баллов – показано понимание, но неполное знание вопроса, недостаточное умение формулировать свои знания по данному разделу;

1-4 балла – при несоответствии ответа, либо при представлении только плана ответа;

1 балл – при полном несоответствии всем критериям;

0 баллов – при полном отсутствии текста (ответа), имеющего отношение к вопросу.

Практико-ориентированные задачи – задания направленные на использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности.

а) часть задачи репродуктивного уровня (умения), позволяющие оценивать и диагностировать способность обучающегося применять имеющиеся знания при решении профессиональных задач;

Критерии оценки

5 баллов. При выполнении задания нет затруднений, получен верный ответ, задание выполнено рациональным способом. Сделаны правильные выводы.

4 баллов. Задание выполнено в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы.

3 баллов. Задание выполнено, но допущены ошибки, искажающие выводы.

0 баллов. Задание не выполнено.

б) часть задачи реконструктивного уровня (умения, навыки), позволяющие оценивать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;

Критерии оценки

10 баллов. При выполнении задания нет затруднений, получен верный ответ, задание выполнено рациональным способом. Сделаны правильные выводы.

8 баллов. При выполнении задания нет затруднений, получен верный ответ, задание выполнено рациональным способом. Сделаны неправильные выводы.

4 баллов. При выполнении задания возникли затруднения, получен верный ответ. Сделаны неправильные выводы.

2 балла. Задание выполнено, но допущены незначительные ошибки, искажающие выводы.

0 баллов. Задание не выполнено.

в) часть задачи творческого уровня (навыки), позволяющие оценивать способность обучающегося интегрировать знания различных областей при решении профессиональных задач, аргументировать собственную точку зрения.

Критерии оценки

15 баллов. При выполнении задания нет ошибок, получен верный ответ, задание выполнено рациональным способом. Сделаны правильные выводы.

10 баллов. При выполнении задания нет ошибок, получен верный ответ, задание выполнено нерациональным способом. Сделаны правильные выводы.

5 баллов. При выполнении задания нет ошибок, получен верный ответ, задание выполнено нерациональным способом. Сделаны неправильные выводы.

0 баллов. Задание не выполнено.

Если за письменные ответы на контрольной точке обучающийся не получил удовлетворяющее его количество баллов, то он может получить поощрительные баллы за подготовку реферата, сопровождаемого презентацией (не более 15 баллов).

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Критерии оценки реферата, статьи сопровождаемых презентацией

15 баллов. Выступление демонстрирует умение правильно использовать в устной речи специальные термины и понятия, показатели; синтезировать, анализировать, обобщать представленный материал, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать правильные выводы; аргументировать собственную точку зрения, активно использовать самостоятельно подготовленную презентацию.

10 баллов. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи.

5 балла. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи; обучающийся не всегда правильно использует в устной речи специальные термины и понятия, показатели; допущены ошибки в самостоятельно подготовленной презентации.

2 балла. Выступление демонстрирует умение правильно использовать специальные термины и понятия, показатели изучаемой дисциплины, но не содержит элементов самостоятельной проработки используемого материала.

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Теплотехника»

Вопросы к отчету по лабораторным работам

Лабораторная работа №1. Исследование термодинамических процессов в атмосферном воздухе.

1. Перечислить параметры влажного воздуха.
2. Что означает парциальное давление водяного пара?
3. Какое давление называется давлением насыщением?
4. Что означает температура точки росы?
5. Что означает относительная влажность воздуха?
6. Покажите на диаграмме h-d процесс нагревания, охлаждения, увлажнения, осушения влажного воздуха.
7. Поясните методику выполнения лабораторной работы.

Лабораторная работа №2. Определение теплопроводности твердых тел.

1. Что означает теплопроводность материала, чему равна ее численная величина?
2. Что означает плотность теплового, тепловой поток при передаче теплоты теплопроводностью?
3. Как определяется количество теплоты, переданное через плоскую стенку?
4. Что означает термическое сопротивление плоской стенки?
5. Что означает коэффициент теплоотдачи?
6. Поясните методику выполнения лабораторной работы.

Лабораторная работа №3. Определение коэффициента теплоотдачи цилиндрической поверхности.

1. Поясните особенности конвективного способа теплообмена?
2. Какой величиной характеризуется интенсивность конвективного теплообмена?
3. Что означает плотность теплового потока?
4. Как определяется мощность теплового потока?
5. Что означает термическое сопротивление конвективному теплообмену?
6. Поясните методику выполнения лабораторной работы.

Лабораторная работа №4. Определение коэффициентов отражения, проницаемости, поглощения твердых тел.

1. Что определяет коэффициент отражения?
2. Что определяет коэффициент проницаемости?
3. Что определяет коэффициент поглощения?
4. Что означает величина – степень черноты тела?
5. Какой величиной определяется интенсивность излучения энергии с поверхности тела?
6. Поясните методику выполнения лабораторной работы.

Пример задач к контрольным работам

Задача 1.1.1. Выразить в единицах СИ давления: 367,7 мм рт. ст.; 882,6 мм рт. ст. и 300 мм вод.ст.

Задача 1.1.2. Газ при показании манометра $p_{изб} = 2,5$ бар и температуре $t_1 = 27^\circ\text{C}$ занимает объем $V_1 = 4,5$ м³. Привести объем газа к номинальным условиям: $p_n = 760$ мм рт. ст.; $t_n = 0^\circ\text{C}$; $p_{бар} = 1$ бар;
 $p_1 = p_{изб} + p_{бар}$.

Задача 1.1.3. В баллоне содержится воздух массой $m = 2$ кг при давлении $p = 8,3$ МПа и температуре $t = 15^\circ\text{C}$. Вычислить вместимость баллона V .

Задача 1.1.4. В баллоне емкостью $V = 15$ л содержится воздух при давлении

$p = 0,4$ МПа и температуре $t_1 = 30^\circ\text{C}$. Какова будет температура воздуха t_2 в результате подвода к нему $Q_{1,2} = 16$ кДж теплоты? Удельная изохорная теплоемкость $c_{vm} = 717$ Дж/(кг·К).

Задача 1.1.5. Найти плотность ρ и удельный объем v кислорода при показании манометра $p_{изб} = 2$ бар и $t = 127^\circ\text{C}$.

Задача 1.1.6. В баллоне емкостью $V = 50$ л избыточное давление воздуха не должно превышать $p_{изб} = 12,0$ МПа. Температура и давление в помещении, где установлен баллон, составляют $t_{вн} = 20^\circ\text{C}$; $p_{бар} = 0,1$ МПа. За счет солнечной радиации температура сжатого воздуха в баллоне повысилась на $\Delta t = 10^\circ\text{C}$. Определить: а) избыточное давление в баллоне p_2 , МПа, после его нагрева солнечной радиацией; б) массу воздуха, которую необходимо выпустить из баллона после его нагрева для поддержания заданного давления.

Задача 1.1.7. До какого давления нужно сжать адиабатически смесь воздуха и паров бензина от давления $p_1 = 1$ бар $\approx 10^5$ Па при температуре $t_1 = 15^\circ\text{C}$, чтобы от повышения температуры наступило самовоспламенение? Дать схему процесса в pV -координатах. Температура воспламенения топливной смеси $t_2 = 520^\circ\text{C}$, коэффициент адиабаты $\kappa = 1,39$.

Задача 1.1.8. Найти количество теплоты, подводимое к кислороду, масса которого $m = 0,2$ кг, при постоянном давлении для повышения его температуры от $t_1 = 600^\circ\text{C}$ до $t_2 = 2000^\circ\text{C}$.

Задача 1.1.9. Найти удельную газовую постоянную $R_{см}$ смеси, состоящую из азота с приведенным объемом $V_{N_2} = 0,4$ м³ и кислорода с приведенным объемом $V_{O_2} = 0,2$ м³.

Задача 1.1.10. В пусковом баллоне дизеля вместимостью $V = 0,3$ м³ содержится воздух, плотность которого равна $\rho = 2,86$ кг/м³. Определить массу воздуха в баллоне.

Задача 1.1.11. Найти, какая часть теплоты, подведенной в изобарном процессе к двухатомному идеальному газу, расходуется на увеличение его внутренней энергии.

Задача 1.1.12. Определить процессы, изображенные на диаграмме в pV -координатах (рис. 1.1.2), и указать законы, которые описывают эти процессы.

Задача 1.1.13. Определить процессы, изображенные на диаграмме в Ts -координатах (рис. 1.1.3), и указать законы, описывающие эти процессы.

Задача 1.1.14. В точке 1 процесса 1-2: газовая постоянная $R = 300$ кДж/(кг·К), температура $T = 1000$ К, удельный объем $v = 3$ м³/кг (рис. 1.1.4). Определить давление в процессе.

Задача 1.1.15. В точке 1 процесса 1-2: $T_1 = 400$ К; в точке 2: $T_2 = 40$ К, $p_2 = 1$ кПа. Определить давление в точке 1 (рис. 1.1.5.)

Задача 1.1.16. Показатель адиабаты процесса 1-2 (рис. 1.1.6): $\kappa = 1,4$. Какой газ является рабочим телом из четырех предложенных: аргон, окись углерода, двуокись углерода или пары этилового спирта?

Задача 1.1.17. Какая работа расширения совершена в процессе 1-2 (рис. 1.1.7)?

Задача 1.1.18. В каком процессе (рис. 1.1.8) совершена наибольшая работа (наименьшая)?

Задача 1.1.19. По каким процессам (рис. 1.1.9) происходит сжатие рабочего тела в поршневом компрессоре? По какому процессу затрачивается минимальная работа?

Задача 1.1.20. Количество удельной теплоты в процессе 1-2 (рис. 1.1.10) равно $q = 500$ Дж/кг. Определить удельную энтропию в точке 2 ($s_1 = 5$ кДж/кг).

Задача 1.1.21. Как вычислить работу процесса 1-1 (рис. 1.1.11)?

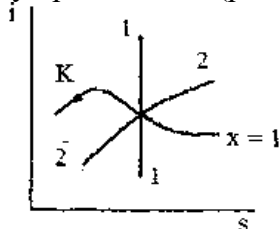


Рисунок 1.1.11 - Процесс 1-1 в is -координатах

Задача 1.1.22. Каким соотношением определяется коэффициент полезного действия μ цикла 1a2b1 (рис. 1.1.12)?

Задача 1.1.23. Определить холодильный коэффициент обратного цикла Карно, если $t_1 = 27^\circ\text{C}$, $t_2 = -23^\circ\text{C}$.

Задача 1.1.24. Определить КПД обратимого цикла теплового двигателя, если температура нагревателя $t_1 = 200^\circ\text{C}$, а холодильника $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Для тех же температур определить холодильный и отопительный коэффициенты машины, работающей по обратному циклу.

Задача 1.1.25. В процессе изменения состояния $m = 1$ кг газа азота N_2 удельная внутренняя энергия его увеличивается на $\Delta u = 350$ кДж/кг. При этом над газом совершается удельная работа $l = 240$ кДж/кг. Начальная температура газа $t_1 = 50^\circ\text{C}$, конечное давление $p_2 = 1,7$ МПа.

Определить для заданного газа:

- показатель политропы n ;
- начальные и конечные параметры;
- изменение удельной энтропии Δs ;
- изменение удельной энтальпии Δi .

Представить процесс в pV - и Ts -координатах.

Изобразить (без расчета) изобарный, изохорный и адиабатный процессы, проходящие через одну и ту же начальную точку (в pV - и Ts -координатах).

Задача 1.1.26. Объем $V_1 = 9$ м³ газа азота N_2 с начальными параметрами $p_1 = 0,095$ МПа и $t_1 = 10^\circ\text{C}$ в результате сжатия по политропе $n = 1,27$ уменьшится в 6 раз. Газовая постоянная азота $R = 296,8$ Дж/(кг·К), $c_{v,m} = 0,754$ кДж/(кг·К). Определить:

- количество отведенной теплоты Q , кДж;
- среднюю теплоемкость процесса, c_m кДж/(кг·К);
- затраченную работу L , кДж;
- изменение внутренней энергии, ΔU , кДж.

Задача 1.1.27. Один килограмм воздуха совершает цикл Карно в пределах температур $t_1 = 550^\circ\text{C}$ и $t_3 = 55^\circ\text{C}$, причем наивысшее давление составляет $p_1 = 6$ МПа, а низшее $p_3 = 0,2$ МПа. Определить:

- параметры состояния воздуха в характерных (узловых) точках цикла;
- термодинамический КПД цикла;
- количество удельной подведенной и отведенной теплоты;
- удельную работу цикла.

Изобразить без масштаба в pV - и Ts -координатах цикл Карно с описанием процессов цикла.

Задача 1.1.28. Идеальный цикл газотурбинной установки (без регенерации), являющийся теоретической основой рабочего процесса современных газовых турбин, имеет температуру в узловых точках цикла: T_1, T_2, T_3 и T_4 , К (340, 1000, 2000, 680). Вычислить:

- количество проведенной, отведенной и полезной использованной удельной теплоты;
- термодинамический КПД цикла.

Начертить рассчитываемый цикл (без масштаба) в pV - и Ts -координатах, обозначить протекавшие в нем процессы.

Начертить принципиальную схему газотурбинной установки и дать краткое описание ее работы. Примечание. Принять, что цикл осуществляется одним килограммом воздуха, как идеальным газом: $R = 287$ Дж/(кг·К), $c_p = 1,008$ кДж/(кг·К), $c_v = 0,721$ кДж/(кг·К).

Задача 1.1.29. В идеальном цикле двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при $\nu = \text{const}$ известны: начальное давление $p_1 = 0,08$ МПа; начальная температура $T_1 = 300$ К; степень сжатия $\epsilon = 3,4$; степень повышения давления $\lambda = 3,3$; показатель адиабаты $k = 1,3$.

Определить:

- параметры рабочего тела в характерных точках;
- количество подведенной и отведенной удельной теплоты;
- термодинамический КПД;

- удельную полученную работу.

Представить циклы в pV - и Ts -координатах, обозначив процессы.

Примечание. Рабочее тело – воздух, теплоемкость принять постоянной. Расчет произвести для 1 кг воздуха.

Задача 1.1.30. В цикле с подводом теплоты при $p = \text{const}$ $p_1 = 0,1$ МПа; $t_1 = 20^\circ\text{C}$; степень сжатия $\varepsilon = v_1/v_2 = 12,7$; показатель адиабаты $k = 1,4$; степень предварительного расширения $\rho = v_3/v_2 = 2$.

Определить:

- параметры в характерных точках;
- количество подведенной и отведенной удельной теплоты;
- термодинамический КПД цикла;
- полезную удельную работу цикла.

Представить без масштаба диаграммы цикла в pV - и Ts -координатах.

Примечания: рабочее тело - воздух, теплоемкость считать постоянной.

Задача 1.1.31. В идеальном цикле поршневого двигателя внутреннего сгорания с изохорно-изобарным подводом теплоты (смешанный цикл) известны давление $p_1 = 0,085$ МПа и температура $T_1 = 330$ К рабочего тела в начале сжатия. Заданы также: степень сжатия $\varepsilon = 16$, степень повышения давления $\lambda = 2,2$ и степень предварительного расширения $\rho = 1,7$; $R = 287$ Дж/(кг·К), $c_p = 1,008$ кДж/(кг·К), $c_v = 1,008$ кДж/(кг·К).

Определить:

- параметры состояния рабочего тела в характерных точках идеального цикла;
- удельную работу, получаемую от цикла;
- термодинамический КПД;
- изменение удельной энтропии отдельных процессов цикла.

Построить без масштаба цикл в pV - и Ts -координатах.

Примечание. За рабочее тело принять воздух, считая теплоемкость его в расчетном интервале температур постоянной.

Задача 1.1.32. Найти максимально допустимое давление сжатия в идеальном одноступенчатом воздушном компрессоре p_2 , если температура самовоспламенения смазочного масла $t_m = 270^\circ\text{C}$, температура наружного воздуха, поступающего в компрессор, $t_b = 27^\circ\text{C}$, а начальное давление воздуха $p_1 = 0,1$ МПа. Сжатие происходит по адиабате ($k = 1,4$).

Задача 1.1.33. Компрессор сжимает воздух от давления $p_1 = 1$ бар до давления $p_2 = 4,5$ бар по политропе с показателем $n = 1,22$. Объемный коэффициент $\eta_V = 0,88$. Как изменится объемный коэффициент, если у такой же модели компрессора сжатие будет происходить от давления $p_1 = 1$ бар до давления $p_3 = 6,5$ бар?

Задача 1.1.34. Одноступенчатый поршневой компрессор в процессе сжатия работает по изотерме, адиабате и политропе с показателем n . Начальные параметры воздуха p_1 , МПа и T_1 , К, конечное давление воздуха p_2 , МПа. Масса сжимаемого воздуха M , кг.

1. Рассчитать цикл идеального компрессора, определив:

- удельные объемы в начале и конце каждого процесса сжатия;
- удельную работу цикла для каждого процесса.

2. Изобразить:

- без масштаба цикл идеального компрессора с описанием всех процессов цикла (в pV -координатах);
- без масштаба индикаторную диаграмму одноступенчатого поршневого компрессора и схему его устройства.

Задача 1.1.35. Воздух с начальным давлением $p_1 = 0,09$ МПа и начальной температурой $t_1 = 24^\circ\text{C}$ сжимается в компрессоре по политропе с показателем $n = 1,35$ до давления $p_2 = 1,3$ МПа. Относительная величина вредного пространства компрессора $a = 0,07$.

Определить для одноступенчатого и двухступенчатого компрессора с промежуточным холо-

дильником, охлаждающим воздух до начальной температуры:

- температуру в конце сжатия;
- теоретическую работу компрессора, l_0 , кДж/кг;
- величину объемного КПД, η_v .

Полученные результаты свести в таблицу и сравнить между собой.

Привести идеальные циклы одно- и двухступенчатого компрессоров (без масштаба) в p - v - и T - s -координатах.

Задача 1.1.36. Воздушно-компрессорный холодильный хладо-производительностью $Q_x = 150$ кВт имеет параметры состояния воздуха в узловых точках: $p_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = -10^\circ\text{C}$, $p_2 = 0,7$ МПа, $t_3 = 20^\circ\text{C}$.

Рассчитать идеальный цикл воздушно-компрессорной холодильной установки, определить:

- неизвестные температуры в узловых точках цикла;
- тепловую мощность, передаваемую воде в теплообменнике;
- расход воздуха;
- теоретическую потребляемую мощность;
- холодильный коэффициент.

Начертить принципиальную схему воздушно-компрессорной холодильной установки и дать краткое описание ее работы.

Начертить без масштаба цикл воздушно-компрессорной установки p - v - и T - s -координатах и обозначить узловые точки в следующей последовательности: 1-2 - сжатие; 2-3 - охлаждение; 3-4 - расширение; 4-1 - нагрев в холодильной камере.

Задача 1.1.37. До какого значения нужно адиабатно понизить давление перегретого пара, чтобы он стал сухим насыщенным ($x = 1$), и какая будет при этом его температура, если начальное давление 1 МПа и начальная температура $t = 300^\circ\text{C}$.

Задача 1.1.38. Чему равна степень сухости пара, имеющего давление $p = 0,9$ МПа и удельную энтальпию $i_x = 2600$ кДж/кг?

Задача 1.1.39. Найти по i - s -диаграмме температуру насыщенного пара, имеющего давления 1,5 МПа.

Пример тестовых заданий

1. Аналитическое выражение энтропии имеет вид:

$$ds = \frac{T}{\delta q}; \quad ds = \int \frac{q_2}{q_1};$$

$$ds = \frac{\delta q}{T}; \quad ds = \frac{q_2}{q_1}.$$

2. Будет ли утолщение теплоизоляции на трубе приводить к уменьшению суммарного термического сопротивления теплопередачи, если $d_{\text{нам}} = 1$ м, $d_{\text{кр}} = 0,9$ м ...

«Нет» при толщине теплоизоляции до 100 мм;

«Нет» при любых условиях;

«Да» при толщине теплоизоляции до 100 мм;

«Да» при любой толщине теплоизоляции.

3. Водяной экономайзер и воздухоподогреватель воспринимают теплоту уходящих дымовых газов в основном...

тепловым излучением;

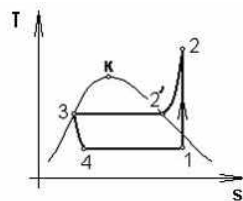
конвекцией;
индукционным нагревом;
теплопроводностью.

4. В соответствии с эффектом Джоуля-Томпсона при дросселировании реального газа температура...
равна 0 К;
остается постоянной;
равна 1000 К;
изменяется.

5. Вычислить по уравнению Майера C_v , если $C_p=1,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, $R=200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$

199,8 Дж/(кг·К);
1400 Дж/(кг·К);
1000 кДж/(кг·К);
1000 Дж/(кг·К).

6. В процессе 3-4 хладагент в тепловом насосе...
превращается в лед;
сублимируется;
плавится дросселируется.



7. В общем случае тепловой расчет любого агрегата базируется на...
уравнении Ньютона-Рихмана;
уравнении его теплового баланса;
формуле Менделеева;
уравнении Менделеева-Клайперона.

8. В современном вертикально-водотрубном паровом котле устанавливаются воздухонагреватель и экономайзер с целью...
максимального использования теплоты уходящих из котла газов;
максимального увеличения производительности водоподготовительной установки;
максимального увеличения производительности котла;
максимального повышения температуры уходящих газов.

9. Высшая и низшая теплота сгорания топлива в рабочем состоянии выражается формулой

$$Q_s^y = Q_i^y + 9 \cdot (25 \cdot H^y + W^y);$$

$$Q_s^y = Q_i^y + 25 \cdot (9 \cdot H^y + W^y);$$

$$Q_s^y = Q_i^y;$$

$$Q_s^y = Q_i^y - 25 \cdot (9 \cdot H^y + W^y).$$

10. В дифференциальной форме уравнение первого закона термодинамики для потока имеет вид:

$$\delta q_{\text{внеш}} = d(c^2 / 2);$$

$$\delta q_{\text{внеш}} = dh + \delta l_{\text{мех}} + d(c^2 / 2);$$

$$\delta q_{\text{внеш}} = dh + d(c^2 / 2);$$

$$\delta q_{\text{внеш}} = \delta l_{\text{мех}} + d(c^2 / 2).$$

11. В соответствии с первым законом термодинамики...

подводимая к термодинамической системе теплота расходуется на приращение ее внутренней энергии на совершение внешней работы;

подводимая к термодинамической системе теплота расходуется только на совершение внешней работы;

подводимая к термодинамической системе теплота расходуется только на приращение ее внутренней энергии;

подводимая к термодинамической системе теплота не расходуется на приращение ее внутренней энергии и на совершение внешней работы.

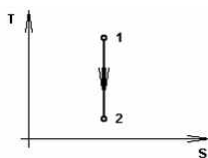
12. В процессе 1-2 давление...

по графику нельзя судить об изменении давления;

увеличивается;

уменьшается;

не изменяется.



13. В соответствии с законом Кирхгофа степень черноты любого тела в состоянии термодинамического равновесия численно равна коэффициенту...

пропускания D при той же температуре;

поглощения A при той же температуре;

отражения R при той же температуре;

$A + R + D$.

14. Векторы градиента температуры и теплового потока, выходящие из одной точки изотермической поверхности, направлены:

под углом 90° ;

под углом 45° ;

в одну и ту же сторону;

в противоположные стороны.

15. Выход летучих V^{daf} в процентах на сухое беззольное состояние экспериментально определяется путем прокаливании 1 г топлива без доступа воздуха в течение 7 мин при...

800 – 825 $^\circ\text{C}$;

850 ± 10 $^\circ\text{C}$;

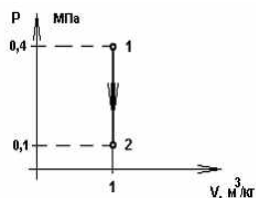
500 $^\circ\text{C}$;

105 – 110 $^\circ\text{C}$.

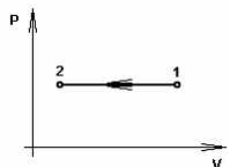
16. Вынужденная конвекция возникает около теплоотдающей поверхности за счет...

рентгеновского излучения;
 действия внешнего источника (насоса, вентилятора, ветра);
 теплового расширения материала теплоотдающей поверхности;
 теплового расширения жидкости.

17. В точке 1 внутренняя энергия газа $u_1 = 1000 \text{ Дж/кг}$. Энтальпия в точке 1 равна...
 –1400 кДж/кг;
 –1000,4 кДж/кг;
 1400 кДж/кг;
 1000,4 кДж/кг.

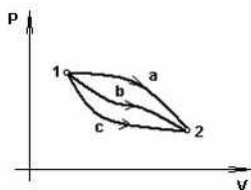


18. В процессе $1-2$ температура...
 по графику нельзя судить об изменении температуры;
 не изменяется;
 уменьшается;
 увеличивается.



19. Газ совершает наибольшую работу расширения в процессе...

i_a и i_b ;
 i_c ;
 i_a ;
 i_b .



20. Градиент температуры есть...
 вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры;
 вектор, направленный по касательной к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры;
 вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону уменьшения температуры;
 вектор, направленный по касательной к изотермической поверхности в сторону уменьшения температуры.

Тематика рефератов

1. Принцип действия и цикл паро-компрессорной холодильной установки.
2. Принцип действия и цикл воздушно-компрессорной холодильной установки.

3. Конвективный теплообмен. Определение коэффициента теплоотдачи при помощи теории подобия.
4. Топливо, виды топлива и характеристики. Теплота сгорания топлива.
5. Расчет процесса горения (определение количества воздуха необходимого для сгорания топлива и количество продуктов сгорания).
6. Котельные установки. Классификация, устройство парового котла.
7. Теплоносители и их сравнительный анализ.
8. Основные направления экономии энергии в тепловых и теплосиловых установках.
9. Использование теплоты в сельском хозяйстве.
10. Меры по охране окружающей среды при работе теплосиловых устройств.
11. Новинки в отопительной и вентиляционной технике.
12. Дифференциальные соотношения термодинамики и характеристические функции.
13. Энтропийный и эксергетический методы термодинамического анализа систем.
14. Фазовое равновесие и фазовые переходы.
15. Термодинамика переменного количества газа.
16. Термодинамический цикл КПД цикла Стирлинга.
17. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел.

Типовая контрольная работа для студентов очной формы обучения

Контрольная работа № 1

Типовые вопросы (оценка знаний):

1. Теплотехника. Техническая термодинамика. Основные понятия: термодинамическая система, параметры состояния термодинамической системы, термодинамический процесс.
2. Циклы ДВС. Цикл Тринклера. График p - v -координатах, работа и КПД цикла Тринклера. Характеристики циклов ДВС.

Типовая практикоориентированная задача (оценка умений, навыков):

До какого давления нужно сжать адиабатически смесь воздуха и паров бензина от давления $p_1 = 1 \text{ бар} \approx 10^5 \text{ Па}$ при температуре $t_1 = 15^\circ\text{C}$, чтобы от повышения температуры наступило самовоспламенение? Дать схему процесса в p - v -координатах. Температура воспламенения топливной смеси $t_2 = 520^\circ\text{C}$, коэффициент адиабаты $\kappa = 1,39$.

Контрольная работа № 2

Типовые вопросы (оценка знаний):

1. Определение количества теплоты, прошедшей через однослойную стенку. Тепловой расчет рекуперативных теплообменников.

Типовые задачи практикоориентированная (оценка умений, навыков):

Идеальный цикл газотурбинной установки (без регенерации), являющийся теоретической основой рабочего процесса современных газовых турбин, имеет температуру в узловых точках цикла: T_1 , T_2 , T_3 и T_4 , К (340, 1000, 2000, 680). Вычислить:

- количество проведенной, отведенной и полезной использованной удельной теплоты;
- термодинамический КПД цикла.

Начертить рассчитываемый цикл (без масштаба) в p - v - и T - s -координатах, обозначить протекавшие в нем процессы.

Начертить принципиальную схему газотурбинной установки и дать краткое описание ее работы.

Примечание. Принять, что цикл осуществляется одним килограммом воздуха, как идеальным газом: $R = 287 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, $c_p = 1,008 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, $c_v = 0,721 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

В процессе освоения дисциплины «Теплотехника» студентами, обучающимися **по заочной форме**, в качестве самостоятельной подготовки, предусмотрено выполнение контрольной работы.

Контрольная работа разработана в 10 вариантах. Вариант назначается студенту по последней цифре зачетной книжки, при этом цифра «0» соответствует варианту № 10.

Целью контрольной работы является оценка самостоятельного освоения материала студентами-заочниками. Контрольная работа включает: два теоретических вопроса и одну практико-ориентированных задания.

Типовая контрольная работа для студентов заочной формы обучения

Теоретические вопросы (оценка знаний):

1. Второй закон термодинамики. Три формулировки. Математическая запись. Энтропия термодинамической системы. Физический смысл и свойства энтропии. (15 баллов);
2. Термическое сопротивление сложному теплопереносу. (15 баллов).

Типовая практикоориентированная задача (оценка умений, навыков):

Плоская стенка толщиной $\delta_1 = 3$ мм ($\lambda_1 = 40$ Вт/(м·К)) с одной стороны омывается газами, при этом коэффициент теплоотдачи $\alpha_1 = 34$ Вт/(м²·К). С другой стороны стенка изолирована от окружающего воздуха плотно прилегающей к ней пластиной толщиной $\delta_2 = 14$ мм ($\lambda_2 = 0,15$ Вт/(м·К)). Коэффициент теплоотдачи от пластины к воздуху равен $\alpha_2 = 7$ Вт/(м²·К). Определить удельный тепловой поток q , Вт/м² и температуры t_1 , t_2 , t_3 поверхностей стенок, если температура газов $t_Г = 400^\circ\text{C}$, а воздуха $t_В = 20^\circ\text{C}$. (30 баллов).

Вопросы к экзамену

1. Теплотехника. Техническая термодинамика. Основные понятия: термодинамическая система, параметры состояния термодинамической системы, термодинамический процесс.
2. Давление: определение, единицы измерения, атмосферное (барометрическое), избыточное, разреженное (вакуумметрическое). Абсолютное давление, удельный объем, плотность.
3. Температура, определение, связь с энергией молекул. Абсолютная температура. Связь между шкалами температур.
4. Равновесные и неравновесные состояния в термодинамике. Изолированная, полуизолированная, неизолированная термодинамическая система.
5. Теплоемкость газа. Истинная теплоемкость, виды теплоемкостей, средняя теплоемкость. Показатель адиабаты. Количество теплоты подводимой или отводимой в термодинамическом процессе. Уравнение Майера.
6. Уравнение Клапейрона (два вида: с объемом и с удельным объемом). Моль, молярный объем, молярная масса, закон и постоянная Авогадро. Уравнение Менделеева - Клапейрона.
7. Идеальные и реальные газы. Законы идеальных газов (записать и дать формулировки). Графики в p - v -координатах.
8. Адиабатный и обобщенный политропный процесс.
9. Первый закон термодинамики. Четыре формулировки. Математическая запись.
10. Закон идеальных газов (закон Джоуля). Теплота, внутренняя энергия, работа. Энтальпия термодинамической системы.
11. Работа и теплота в изобарном, изотермическом и изохорном процессе. Формулы.
12. Второй закон термодинамики. Три формулировки. Математическая запись. Энтропия термодинамической системы. Физический смысл и свойства энтропии.
13. Круговой цикл тепловой машины. Цикл Карно. Работа и КПД цикла Карно.
14. Обратный цикл Карно. Холодильные машины. Холодильный коэффициент. Тепловые насосы.
15. Циклы ДВС Цикл Отто. График p - v -координатах, работа и КПД цикла Отто. Характеристики циклов ДВС.
16. Циклы ДВС Цикл Дизеля. График p - v -координатах, работа и КПД цикла Дизеля. Характеристики циклов ДВС.
17. Циклы ДВС. Цикл Тринклера. График p - v -координатах, работа и КПД цикла Тринклера. Характеристики циклов ДВС.
18. Уравнение состояния реальных газов. Смеси газов.
19. Водяной пар. Диаграмма процесса парообразования. Влажный насыщенный пар, сухой насыщенный пар.
20. Влажный воздух. Точка росы. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Влагосодержание.
21. Физическая сущность процесса передачи теплоты теплопроводностью.
22. Температурное поле стационарное, нестационарное.
23. Изотермическая поверхность.
24. Понятие градиента температуры.
25. Теплопроводность материала.
26. Плотность теплового потока. Тепловой поток.
27. Определение количества теплоты, прошедшей через однослойную стенку.
28. Термическое сопротивление однослойной стенки.
29. Коэффициент теплопередачи теплопроводностью через однослойную стенку.
30. Термическое сопротивление многослойной стенки.
31. Коэффициент теплопередачи теплопроводностью через многослойную стенку.
32. Определение количества теплоты, прошедшей через многослойную стенку.
33. Физическая сущность передачи теплоты конвективным способом.

34. Физический смысл коэффициента теплоотдачи.
35. Размерность коэффициента теплоотдачи.
36. Плотность теплового потока, тепловой поток.
37. Определение количества теплоты, переданной конвективным способом.
38. Термическое сопротивление конвективному теплообмену.
39. Коэффициент теплопередачи конвективным теплообменом.
40. Теория подобия в тепловых процессах.
41. Механизм передачи теплоты излучением.
42. Основные законы лучистого теплообмена.
43. Определение количества энергии, излучаемой поверхностью тела.
44. Общие сведения об использовании теплоты в сельскохозяйственном производстве.
45. Котельные установки, их классификация и характеристика.
46. Конструктивные особенности газотрубных и водотрубных паровых котлов.
47. Вспомогательные устройства котельной установки.
48. Топочные устройства (топки).
49. Форсунки и горелки для сжигания топлива.
50. Теплогенераторы.
51. Водонагреватели.
52. Газовые отопительные приборы.
53. Понятие сложного теплопереноса.
54. Термическое сопротивление сложному теплопереносу.
55. Коэффициент теплопередачи сложным теплопереносом.
56. Плотность теплового потока, тепловой поток, количество теплоты, переданное сложным теплопереносом.
57. Виды теплообменных аппаратов.
58. Схемы движения теплоносителей в рекуперативных теплообменных аппаратах.
59. Тепловой расчет рекуперативных теплообменников.
60. Коэффициент теплопередачи в рекуперативных теплообменниках.

В данном разделе РПД приведены типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости студентов. Полный перечень заданий содержится в учебно-методическом комплексе по дисциплине «Теплотехника», который размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступен для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Теплотехника» проводятся в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а так же для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплотехника» проводится в виде экзамена.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки: «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО».

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся.

Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из следующих компонентов:

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

№ контрольной точки	Виды контроля	Максимальное количество баллов по уровням освоения компетенций			
		знать	уметь	владеть	всего
1.	Лабораторная работа №1	2	3	3	8
2.	Лабораторная работа №2	2	3	3	8
3.	Контрольная работа №1	3	5	6	14
4.	Лабораторная работа №3	2	3	3	8
5.	Лабораторная работа №4	2	3	3	8
6.	Контрольная работа №2	3	5	6	14
Сумма баллов по итогам текущего и промежуточного контроля		14	22	24	60
Активность на лекционных занятиях		10	х	х	10
Результативность работы на лабораторных занятиях		5	5	5	15
Поощрительные баллы (написание статей, рефератов, участие в конкурсах, победы на олимпиадах, выступления на конференциях)				15	15
Итого		29	27	44	100

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов заочной формы обучения

№ контрольной точки	Виды контроля	Максимальное количество баллов по уровням освоения компетенций			
		знать	уметь	владеть	всего
1.	Контрольная точка по всем темам дисциплины (аудиторная)	10	20	30	60
Активность на лекционных занятиях		10	х	х	10
Результативность работы на практических занятиях		3	5	7	15
Поощрительные баллы		-	-	15	15
Итого		23	25	52	100

По дисциплине «Теплотехника» к экзамену допускаются студенты, выполнившие и сдавшие лабораторные и контрольные работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и наличие по текущей успеваемости более 45 баллов. Студентам, набравшим более 85 баллов, экзамен выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, набравшие от 45 до 85 баллов, сдают экзамен по вопросам, предусмотренным РПД. Студент не допускается к сдаче экзамена, если к началу промежуточной аттестации по результатам текущего контроля он набрал менее 45 баллов. В этом случае студенту предоставляется возможность отработать контрольные точки до начала промежуточной аттестации.

В ходе проведения промежуточной аттестации все заработанные студентом баллы суммируются и переводятся в оценки.

- «Отлично» – от 86 до 100 баллов.
- «Хорошо» – от 70 до 85 баллов.
- «Удовлетворительно» – от 56 до 70 баллов.

При сдаче экзамена преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает экзамен по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче экзамена к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на экзамене.

Критерии оценки ответа на экзамене

Сдача экзамена может добавить к текущей балльно-рейтинговой оценке студентов не более 16 баллов:

Содержание билета	Количество баллов
Теоретический вопрос №1 (<i>оценка знаний</i>)	до 4
Теоретический вопрос №2 (<i>оценка знаний</i>)	до 4
Задача (<i>оценка умений и навыков</i>)	до 8
Итого	16

Ответы на теоретические вопросы (оценка знаний)

4 балла выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы, рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному вопросу и дополнительным вопросам, заданным экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

3 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

2 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Выполнение практического задания (оценка знаний, умений, навыков)

Критерии оценки

8 баллов Задача решена в обозначенный преподавателем срок. Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен

верный ответ, задача решена рациональным способом. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

6 баллов. Задача решена в обозначенный преподавателем срок. Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.

4 балла. Задача решена с задержкой. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы. Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ

3 балла. Задача решена с задержкой. Задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.

2 балла. Задача решена частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

1 балл. Задача решена неправильно и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов

0 баллов. Задача не решена.

При сдаче экзамена к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на экзамене сумма баллов переводится в оценку.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Яновский, А. А. Термодинамика : учеб. пособие / А. А. Яновский ; Ставропольский ГАУ. - Ставрополь, 2020. - 982 КБ. - Текст : электронный. Место нахождения полного текста: ЭБ "Труды ученых СтГАУ"
2. Теплотехника : учебник / А. А. Александров, А. .. Архаров, И. А. Архаров [и др.] ; под редакцией А. М. Архарова, В. Н. Афанасьева. — 7-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2020. — 876 с. — ISBN 978-5-7038-5198-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/222920> (дата обращения: 09.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

1. ЭБС «Лань»: Синявский, Ю.В. Сборник задач по курсу "Теплотехника". [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : ГИОРД, 2010. — 128 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4907> — Загл. с экрана.
2. ЭБС "Znanium": Кудинов А. А. Тепломассообмен: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 375 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=512522>
3. Захаров, А. А. Применение теплоты в сельском хозяйстве : учебник для студентов с.-х. вузов по инженерным специальностям. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1986. - 288 с.
4. Захаров, А. А. Практикум по применению теплоты и теплоснабжению в сельском хозяйстве : учеб. пособие для студентов с.-х. вузов по инженерным специальностям. - М. : Колос, 1995. - 176 с.
5. Драганов, Б. Х. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве : учебник для студентов вузов по инженерным специальностям / под ред. Б. Х. Драганова. - М. : Агропромиздат, 1990. - 463 с.
6. Сельскохозяйственные машины и технологии (периодическое издание)
7. Тракторы и сельхозмашины (периодическое издание)
8. Теплотехника : учебник для студентов техн. специальностей вузов / под ред. В. Н. Луканина. - 5-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2006. - 671 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Теплотехника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rascheta.net/>
2. Теплотехника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.smartcalc.ru/thermocalc/?gp=212&rt=0&ct=0&os=0&ti=20&to=-10&hi=55&ho=85>
3. Теплотехника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--80ajbwpejici7c.xn--p1ai/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Раздел первый «Теоретические основы технической термодинамики» раскрывает законы превращения тепловой энергии в работу и являются основой для изучения тепловых устройств, тепловых машин, двигателей внутреннего сгорания. Техническая термодинамика лежит в основе происходящих теплотехнических процессов во вселенной и является основой разработки новых теплотехнических устройств. Ее значение всеобщее и всеобъемлющее, поэтому ее называют «Царица вселенной». Раздел второй «Основы теории теплообмена» раскрывает механизмы различных способов передачи теплоты от одних материальных тел к другим, дает описание законов переноса теплоты и влаги освоить теплотехнические расчеты тепло- и массопереноса в телах и термодинамических системах, является основой расчета теплоснабжения и теплопередачи в теплотехнических процессах.

Третий раздел «Теплотехнические установки раскрывает способы превращения химической энергии топлива в тепловую энергию, знакомит со свойствами различных видов топлива, их характеристиками, теплотворной способностью, теорией горения способами сжигания, а также с конструктивными особенностями котлов и котельных установок. В четвертом разделе «Теплоснабжение сельского хозяйства» знакомится со способами теплоснабжения сельскохозяйственных объектов, выполняет теплотехнический расчет конкретного объекта на основе ранее полученных знаний при изучении первого, второго и третьего разделов, составляет тепловой баланс сельскохозяйственного объекта и определяет необходимую мощность теплогенерирующих установок, демонстрируя тем самым уровень овладения знаниями по дисциплине «Теплотехника».

Самостоятельная работа является важнейшим элементом учебного процесса, так как это один из основных методов освоения учебных дисциплин и овладения навыками профессиональной деятельности. Это подтверждает учебный план, согласно которому при изучении дисциплины отводится половина времени на самостоятельную работу.

Лекции, практические занятия, написание курсовой работы и промежуточная аттестация являются важными этапами подготовки к экзамену, поскольку позволяют студенту оценить уровень собственных знаний и своевременно восполнить имеющиеся пробелы. В этой связи необходимо для подготовки к экзамену первоначально прочитать лекционный материал, выполнить практические задания, самостоятельно решить задачи, написать курсовую работу.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: автоматизированная система управления «Деканат», ЭБС «Znanium», ЭБС «Лань».

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

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ауд. № 100, площадь – 108 м ²).	Оснащение: специализированная мебель на 132 посадочных мест, персональный компьютер – 1 шт., телевизор Sony KDL-65W855C – 1 шт., DVD-плеер Yamaha DVD-S550 – 1 шт., акустическая система Mordaunt-Short Avant 903 S – 4 шт., источник бесперебойного питания 360Вт – 1 шт., видеомagniфон Panasonic Nv-SV121EP-S., водоканальная радиосистема диапазона VHF – 1 шт., двухканальный автоматический подавитель обратной связи – 1 шт., документ-камера портативная WolfVision Visualiser – 1 шт., коммутатор D-Link DGS-1016D – 1 шт., кронштейн для проектора – 1 шт., магнитно-маркерная доска 90x90 – 1 шт., масштабатор многоканальный VP – 720DS – 1 шт., микшерный пульт Digisynthetic DSM -1 шт., ресивер Yamaha RXV 550 RDS – 1 шт., шкаф напольный 24 U – 1 шт., экран подвешенный белый матовый – 1 шт.
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий и занятий семинарского типа (ауд. № 304 площадь 42 м ²).	Оснащение: ученические парты на 20 посадочных мест, лабораторный стенд «Теплотехника и термодинамика» - 1 шт., лабораторный стенд «Автономная система отопления» - 1 шт.
	Учебные аудитории для самостоятельной работы студентов:	
3	1. Читальный зал научной библиотеки (площадь	1. Специализированная мебель на 100 посадочных

	177 м ²)	мест, персональные компьютеры – 56 шт., телевизор – 1шт., принтер – 1шт., цветной принтер – 1шт., копировальный аппарат – 1шт., сканер – 1шт., Wi-Fi оборудование, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
4	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. № 106 площадь 90 м ²).	Оснащение: ученические парты на 36 посадочных мест, трибуна 1 шт., ученические стенды – 2 шт., лабораторный стенд « Опытная иллюстрация уравнения Бернулли» - 1 шт., лабораторный стенд «Определение гидравлических коэффициентов трения в трубопроводе» - 1 шт., лабораторный стенд «Определение коэффициентов местных сопротивлений» - 1 шт., лабораторный стенд «Изучение работы сифона» - 1 шт., лабораторный стенд « Истечение жидкости через отверстия и насадки» - 1 шт., лабораторный стенд « Изучение режимов движения жидкости (опыт Рейнольдса)» - 1 шт., лабораторный стенд «Испытание центробежного насоса» - 1 шт., лабораторный стенд «Теплотехника и термодинамика» - 1 шт., лабораторный стенд «Автономная система отопления» - 1 шт.
5	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. № 106 площадь 90 м ²).	Оснащение: ученические парты на 36 посадочных мест, трибуна 1 шт., ученические стенды – 2 шт., лабораторный стенд « Опытная иллюстрация уравнения Бернулли» - 1 шт., лабораторный стенд «Определение гидравлических коэффициентов трения в трубопроводе» - 1 шт., лабораторный стенд «Определение коэффициентов местных сопротивлений» - 1 шт., лабораторный стенд «Изучение работы сифона» - 1 шт., лабораторный стенд « Истечение жидкости через отверстия и насадки» - 1 шт., лабораторный стенд « Изучение режимов движения жидкости (опыт Рейнольдса)» - 1 шт., лабораторный стенд «Испытание центробежного насоса» - 1 шт., лабораторный стенд «Теплотехника и термодинамика» - 1 шт., лабораторный стенд «Автономная система отопления» - 1 шт.

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на зачете зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- зачет проводится в письменной форме;
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- по желанию студента зачет может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента зачет проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта ВО по направлению подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» и учебного плана по профилю подготовки «Технические системы в агробизнесе».

Автор

к.ф.-м.н., доцент Яновский А.А.

Рецензенты

к.т.н. доцент Коноплев П.В.

к.т.н., доцент Рубцова Е.И.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры физики протокол № 29 от «12» мая 2022 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС и учебного плана по направлению 35.03.06 – «Агроинженерия» и учебного плана по профилю подготовки «Технические системы в агробизнесе».

Заведующий кафедрой физики,
к.ф.-м.н., доцент

_____ Яновский А.А.

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерно-технологического факультета протокол №9 от 16 мая 2022 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС и учебного плана по направлению 35.03.06 – «Агроинженерия».

Руководитель ОП,
к.т.н., доцент

_____ Шматко Г.Г.