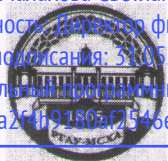


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Малахова Светлана Дмитриевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 5/10/2025 19:20:49
Уникальный программный ключ:
cba47a2f4b9180af2546ef5354c4938c4a04716d



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

Калужский филиал

Факультет Агротехнологий, инженерии и землеустройства
Кафедра Технологий и механизации сельскохозяйственного производства

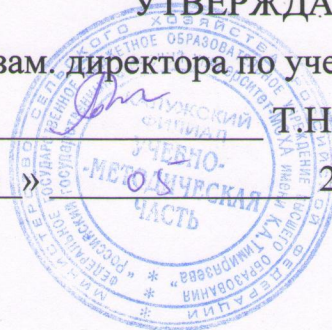
УТВЕРЖДАЮ:

И.о.зам. директора по учебной работе

Т.Н. Пимкина

« 20 »

2025г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.12 ТЕПЛОТЕХНИКА

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Направленности: «Технический сервис в АПК», «Интеллектуальные машины и оборудование в АПК»

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки: 2024

Калуга, 2025

Составитель:  Чубаров Ф.Л., к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Технологий и механизации сельскохозяйственного производства» Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

«20» мая 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры Технологий и механизации сельскохозяйственного производства
протокол № 8 от «20» мая 2025 г.

Зав. кафедрой Ф.Л. Чубаров к.т.н., доцент



(подпись)

«20» мая 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии факультета Агротехнологий, инженерии и землеустройства по направлению 35.03.06 Агроинженерия

Чубаров Ф.Л., к.т.н., доцент



(подпись)

«20» мая 2025 г.

Заведующий выпускающей кафедрой Технологий и механизации сельскохозяйственного производства

Чубаров Ф.Л., к.т.н., доцент



(подпись)

«20» мая 2025 г.

Проверено:

Начальник УМЧ



доцент О.А. Окунева

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	4
1. Цель освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в учебном процессе	5
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
4. Структура и содержание дисциплины	5
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по	5
семестрам	5
4.2 Содержание дисциплины	8
4.3 Лекции / практические занятия	9
5. Образовательные технологии	19
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	20
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	20
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	22
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	23
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	24
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	24
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	25
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины	26
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине	27

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.О.12 «Теплотехника» для подготовки бакалавра по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», направленности: «Технический сервис в АПК», «Интеллектуальные машины и оборудование в АПК»

Целью освоения дисциплины «Теплотехника» является обучение студентов теоретическим и практическим основам устройства, расчета, эксплуатации и испытаний тепловых систем техники сельскохозяйственного назначения. Изучением дисциплины достигается формирование у обучающихся представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности. Реализация этих требований гарантирует получение изделий высокого качества.

Место дисциплины в учебном плане. Дисциплина «Теплотехника» включена в дисциплины обязательной части учебного плана направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», направленности: «Технический сервис в АПК», «Интеллектуальные машины и оборудование в АПК» и реализуется в 5 семестре на 3 курсе.

Требования к результатам освоения дисциплины. В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3

Общепрофессиональные:

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

ОПК-1.2 - Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии

ОПК-1.3 - Применяет информационно - коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии.

Краткое содержание дисциплины.

В соответствии с целями и задачами в структуре дисциплины выделяются два тесно связанные друг с другом раздела (раскрывающиеся соответствующими темами):

1. Техническая термодинамика
2. Теплопередача

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

Промежуточный контроль: экзамен

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теплотехника» является дать студентам знания по конструкции, основам теории, расчета и испытания тепловых систем

сельскохозяйственной техники и технологического оборудования. Изучением дисциплины достигается формирование у обучающихся представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Теплотехника» включена в дисциплины обязательной части учебного плана, и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 «Агроинженерия».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теплотехника» являются: «Физика», «Теоретическая механика», «Тракторы и автомобили». Материаловедение и технология конструкционных материалов.

Дисциплина «Теплотехника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Надежность технических систем, Автоматика, Эксплуатация машинно-тракторного парка, Техническая эксплуатация, Технический сервис, Интеллектуальные машины и оборудование в животноводстве.

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

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации. Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью проверки выполненных работ (подготовленных материалов) и собеседования / опроса.

Промежуточная аттестация студента проводится в форме итогового контроля – экзамена.

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

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

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

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

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	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	понятия, определения, термины теплотехники;	демонстрировать знания основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии	навыками демонстрации знания основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии
			ОПК-1.2 - Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	законы, технической термодинамики, теплообмена	использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	навыками использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии
			ОПК-1.3 - Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии.	принципы, основы, теории, законы, правила теплотехники	применять информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии.	навыками применять информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам
		№5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	54	54
Аудиторная работа	54	54
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	18	18
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	36	36
2. Самостоятельная работа (СРС)	54	54
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	36	36
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	18	18
Вид промежуточного контроля:	экзамен	

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. все- го/*	В т.ч. по семестрам
		№5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	12	12
Аудиторная работа	12	12
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	6	6
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	6	6
2. Самостоятельная работа (СРС)	96	96
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	87	87
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	
Раздел 1 «Техническая термодинамика»	45	9	18	18
Раздел 2 «Теплопередача»	63	9	18	36
Итого по дисциплине, в т.ч. 18 час. экзамен	108	18	36/-	54

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1 «Техническая термодинамика»

Тема 1 Термодинамическая система. Введение. Параметры состояния. Уравнение состояния. Термодинамические процессы. Теплоемкость газов. Смеси идеальных газов.

Тема 2 Первый закон термодинамики. Аналитические выражения для работы и теплоты. Работа газа при изменении его объема в PV - координатах. Внутренняя энергия. Энтальпия и энтропия.

Тема 3. Второй закон термодинамики. Теплота и ее графическое изображение в TS - координатах. Принцип эквивалентности теплоты и работы. Круговые процессы (циклы). Прямой и обратный циклы Карно.

Тема 4. Термодинамические процессы идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа. Изобарный, изохорный, изотермический, адиабатный и политропный процессы.

Тема 5. Термодинамические процессы, происходящие в реальных газах. Процесс парообразования. Основные понятия и определения. T,s - диаграмма водяного пара. h,s - диаграмма водяного пара. Основные термодинамические процессы водяного пара.

Тема 6. Термодинамический анализ процессов в теплосиловых установках. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы паротурбинных установок. Цикл Ренкина, его изображение на PV - и TS - диаграммах

Раздел 2 «Теплопередача»

Тема 7. Передача теплоты теплопроводностью. Способы передачи теплоты. Закон Фурье. Температуропроводность. Условия однозначности решения. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях первого и третьего рода. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление.

Тема 8. Конвективный теплообмен. Пограничный слой. Закон Ньютона - Римана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Числа подобия.

Тема 9. Лучистый теплообмен. Основные законы теплообмена излучением. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Перенос лучистой энергии в поглощающей и излучающей среде.

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	
Раздел 1 «Техническая термодинамика»	51	3	3	45
Раздел 2 «Теплопередача»	57	3	3	51
Итого по дисциплине, в т.ч. 9 час. экзамен	108	6	6	96

* в том числе практическая подготовка

4.3 Лекции / практические занятия ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

Содержание лекций / практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
	Раздел 1. Техническая термодинамика		ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	Тестирование	27
1	Тема 1 Термодинамическая система	Лекция № 1. Термодинамическая система	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный опрос	2
		Практическое занятие № 1. . Определение потерь теплоты в учебной аудитории	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита работы	4
2	Тема 2 Первый закон термодинамики. Анали-	Лекция № 2 Первый закон термодинамики. Аналитические выраже-	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный опрос	2

№ п/п	Название раз- дела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрол ьного меропр иятия	Кол- во часов из них прак- тиче- ская подго- товка
	тические вы- ражения для работы и теп- лоты. Работа газа при из- менении его объема в PV - координатах. Внутренняя энергия. Эн- тальпия и эн- тропия.	ния для работы и тепло- ты. Работа газа при из- менении его объема в PV - координатах. Внутрен- няя энергия. Энтальпия и эн- тропия.			
		Практическое занятие №2. Расчет радиаторов системы водяного ото- пления для учебной ау- дитории	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита работы	4
3	Тема 3. Второй закон термодина- мики. Теплота и ее графиче- ское изобра- жение в TS - координатах. Принцип эк- вивалентно- сти теплоты и работы. Кру- говые процессы (циклы). Пря- мой и об- ратный циклы Карно.	Лекция № 3 . Второй за- кон термодинамики. Теп- лота и ее графическое изображение в TS - ко- ординатах. Принцип эк- вивалентности теплоты и работы. Круговые про- цессы (циклы). Прямой и обратный циклы Карно.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный опрос	1
		Практическое занятие №.3 . Расчет системы во- дяного отопления с на- сосной циркуляцией	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита работы	2
4	Тема 4. Тер- модинамиче- ские процес-сы идеальных га- зов. Уравнение состоя-ния иде- ально-го газа.	Лекция № 4 Термодина- ми-ческие процессы иде- альных газов. Уравнение состояния идеального газа. Изобарный, изо- хорный, изотермиче- ский, адиабатный и по-	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный опрос	1

№ п/п	Название раз- дела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрол ьного меропр иятия	Кол- во часов из них прак- тиче- ская подго- товка
	Изо-барный, изо-хорный, изо- термический, адиабатный и политропный процессы.	литропный процессы			
		Практическое занятие №.4. Определение параметров воздухообмена в поме- щении	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита работы	2
5	Тема 5. Тер- модинамиче- ские процессы, происходящие в реальных га- зах. Процесс па- рообразова- ния. Основные понятия и опре- деления. T,s - диаграмма водяного пара.	Лекция № 5 Термодина- мические процессы, происходящие в реаль- ных газах. Процесс па- рообразования. Ос- новные понятия и опре- деления. T,s - диаграмма водяного пара. H,s - диа- грамма водяного пара. Основные тер- модинамические процес- сы водяного пара.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный опрос	1
		Практическое занятие №.5 Теплопроводность од- но слойной плоской стенки	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита рабо-ты	2
6	Тема 6. Тер- модинамиче- ский анализ процессов в те- плосиловых ус- тановках. Циклы порш- невых двига- телей внут ренного сго- рания.	Лекция № 6 Термодина- мический анализ процес- сов в теплосиловых ус- танов- ках. Циклы поршневых дви- гателей внутреннего сгорания. Циклы газо- турбинных установок. Циклы паротурбинных установок. Цикл Ренки- на, его изображение на PV- и TS - диаграммах	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный опрос	2

№ п/п	Название раз- дела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрол ьного меропр иятия	Кол- во часов из них прак- тиче- ская подго- товка
		Практическое занятие № 6. Теплопроводность многослойной плоской стенки	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита работы	4
2.	Раздел 2. «Теплопередача»»		ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	Тести- рование	27
	Тема 7. Передача теплоты теплопроводностью. Способы передачи теплоты. Закон Фурье. Температуропроводность. Условия однозначности решения. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях первого и третьего рода.	Лекция № 7. Передача теплоты теплопроводностью. Способы передачи теплоты. Закон Фурье. Температуропроводность. Условия однозначности решения. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях первого и третьего рода. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный опрос	3
		Практическое занятие №.7 . Теплопроводность однослойной цилиндрической стенки	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита работы	6
	Тема 8. Конвективный теплообмен. Пограничный слой. Закон НьютонаРимана.	Лекция № 8. Конвективный теплообмен. Пограничный слой. Закон Ньютона - Римана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный опрос	3

№ п/п	Название раз- дела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контроль ного меропр иятия	Кол- во часов из них прак- тиче- ская подго- товка
		теплообмена. Числа по- добия.			
		Практическое занятие № Теплопроводность мно- гослойной цилиндриче- ской стенки	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита работы	6
	Тема 9. Лучистый теп- лообмен. Ос- новные законы теплообмена излучением. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде.	Лекция № 9. Лучистый теплообмен. Основные законы теплообмена из- лучением. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Пе- ренос лучистой энергии в поглощающей и излу- чающей среде	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный опрос	3
		Практическое занятие № 9. Лучистый теплообмен	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита работы	6

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4б

Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируе мые компетен ции	Вид контрольн ого меропр иятия	Кол- во часов из них прак тиче- ская подго тов- ка
	Раздел 1. Техническая термодина-		ОПК-1.1;	Тестирова-	6

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируе мые компетен ции	Вид контрольн ого мероприят ия	Кол- во часов из них прак тиче- ская подго тов- ка
	мика		ОПК-1.2; ОПК-1.3	ние	
1	Тема 1 Тер- модинами- че- ская систе- ма	Лекция № 1. Термоди- намическая система	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный оп- рос	2
		Практическое занятие № 1. . Определение потерь теплоты в учебной ауди- тории	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита ра- боты	2
2	Тема 2 Пер- вый закон термодина- мики. Ана- литические выражения для работы и теплоты. Работа газа при из- менении его объема в PV - координа- тах. Внут- ренняя энергия. Энтальпия и энтропия.	Лекция № 2 Первый за- кон термодинамики. Ана- литические выраже- ния для работы и тепло- ты. Работа газа при из- менении его объема в PV - координатах. Внутрен- няя энергия. Энтальпия и эн- тропия.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный оп- рос	1
		Практическое занятие №2. Расчет радиаторов системы водяного ото- пления для учебной ау- дитории	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита ра- боты	1
2.	Раздел 2. «Теплопередача»»		ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	Тестирова- ние	6
	Тема 7. Пе- редача теп- лоты теп- лопровод-	Лекция № 7. Передача теплоты теплопро- водностью. Способы передачи теп-	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный оп- рос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируе мые компетен ции	Вид контрольн ого мероприят ия	Кол- во часов из них прак тиче- ская подго тов- ка
	ностью. Способы передачи теплоты. Закон Фурье. Температуропроводность. Условия однозначности решения. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях первого и третьего рода.	лоты. Закон Фурье. Температуропроводность. Условия однозначности решения. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях первого и третьего рода. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление			
		Практическое занятие №.7 . Теплопроводность однослойной цилиндрической стенки	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита ра- боты	2
	Тема 8. Конвективный теплообмен. Пограничный слой. Закон Ньютона-Римана.	Лекция № 8. Конвективный теплообмен. Пограничный слой. Закон Ньютона - Римана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Числа по-	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	устный оп- рос	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируе мые компетен ции	Вид контрольн ого мероприят ия	Кол- во часов из них прак тиче- ская подго тов- ка
		добия.			
		Практическое занятие № Теплопроводность мно- гослойной цилиндриче- ской стенки	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3	защита ра- боты	1

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5а

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. «Техническая термодинамика»		
1.	Тема 1 Термодинамиче- ская система	1. Теплоемкость газов. (ОПК-1.1) 2. Смеси идеальных газов. (ОПК-1.2)
2.	Тема 2 Первый закон термоди- намики. Аналитические вы- ражения для работы и теплоты. Работа газа при изменении его объема в PV - координатах. Внутренняя энергия. Энтальпия и энтропия.	1. Внутренняя энергия. (ОПК-1.1) 2. Энтальпия и энтропия. (ОПК-1.2)
3.	Тема 3. Второй закон термодинамики. Теплота и ее графическое изображение в TS - координатах. Принцип эк- вивалентности теплоты и рабо- ты. Круговые процессы (циклы). Прямой и обратный циклы Кар- но.	1. Круговые процессы (циклы). (ОПК-1.3) 2. Прямой и обратный циклы Карно.(ОПК-1.3)
4.	Тема 4. Термодинамические процессы идеальных газов. Уравнение состояния идеально-	1. Адиабатный процесс (ОПК-1.2) 2. Политропный процесс (ОПК-1.2)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	го газа. Изобарный, изохорный, изотермический, адиабатный и политропный процессы.	
5	Тема 5. Термодинамические процессы в реальных газах. Процесс парообразования. Основные понятия и определения. Т,s - диаграмма водяного пара.	1. Основные термодинамические процессы водяного пара (ОПК-1.1)
6	Тема 6. Термодинамический анализ процессов в теплосиловых установках. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.	1. Цикл Ренкина (ОПК-1.3)
Раздел 2. «Теплопередача»		
7	Тема 7. Передача теплоты теплопроводностью. Способы передачи теплоты. Закон Фурье. Температуропроводность. Условия однозначности решения. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях первого и третьего рода.	1. Способы передачи теплоты (ОПК-1.1) 2. Закон Фурье. (ОПК-1.2) Температуропроводность (ОПК-1.1)
8	Тема 8. Конвективный теплообмен. Пограничный слой. Закон Ньютона-Римана.	1. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. (ОПК-1.1)
9	Тема 9. Лучистый теплообмен. Основные законы теплообмена излучением. Теплоизлучение системы тел в прозрачной среде.	1. Числа подобия. (ОПК-1.2) 2. 1. Перенос лучистой энергии в поглощающей и излучающей среде. (ОПК-1.1)

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5б

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. «Техническая термодинамика»		
1.	Тема 1 Термодинамическая система	3. Теплємкость газов. (ОПК-1.1) 4. Смеси идеальных газов. (ОПК-1.2)
2.	Тема 2 Первый закон термодинамики. Аналитические выражения для работы и те-	3. Внутренняя энергия. (ОПК-1.1) 4. Энтальпия и энтропия. (ОПК-1.2)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	плоты. Работа газа при изменении его объема в PV - координатах. Внутренняя энергия. Энтальпия и энтропия.	
3.	Тема 3. Второй закон термодинамики. Теплота и ее графическое изображение в TS - координатах. Принцип эквивалентности теплоты и работы. Круговые процессы (циклы). Прямой и обратный циклы Карно.	1. Круговые процессы (циклы). (ОПК-1.3) 2. Прямой и обратный циклы Карно. (ОПК-1.3)
4.	Тема 4. Термодинамические процессы идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа. Изобарный, изохорный, изотермический, адиабатный и политропный процессы.	3. Адиабатный процесс (ОПК-1.2) 4. Политропный процесс (ОПК-1.2)
5	Тема 5. Термодинамические процессы в реальных газах. Процесс парообразования. Основные понятия и определения. T,s - диаграмма водяного пара.	1. Основные термодинамические процессы водяного пара (ОПК-1.1)
6	Тема 6. Термодинамический анализ процессов в теплосиловых установках. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.	1. Цикл Ренкина (ОПК-1.3)
Раздел 2. «Теплопередача»		
7	Тема 7. Передача теплоты теплопроводностью. Способы передачи теплоты. Закон Фурье. Температуропроводность. Условия однозначности решения. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях первого и третьего рода.	1. Способы передачи теплоты (ОПК-1.1) 2. Закон Фурье. (ОПК-1.2) Температуропроводность (ОПК-1.1)
8	Тема 8. Конвективный теплообмен. Пограничный слой. Закон Ньютона-Римана.	1. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. (ОПК-1.1)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
9	Тема 9. Лучистый теплообмен. Основные законы теплообмена излучением. Теплоизлучение системы тел в прозрачной среде.	1. Числа подобия. (ОПК-1.2) 2. Перенос лучистой энергии в поглощающей и излучающей среде. (ОПК-1.1)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Тема 1. Термодинамическая система	Л Лекция-установка
2.	Тема 2 Первый закон термодинамики. Аналитические выражения для работы и теплоты. Работа газа при изменении его объема в PV - координатах. Внутренняя энергия. Энтальпия и энтропия.	Л Лекция с элементами дискуссии
3.	Тема 3. Второй закон термодинамики. Теплота и ее графическое изображение в TS - координатах. Принцип эквивалентности теплоты и работы. Круговые процессы (циклы). Прямой и обратный циклы Карно.	ПЗ Практическое занятие с разбором конкретных ситуаций
4.	Тема 4. Термодинамические процессы идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа. Изобарный, изохорный, изотермический, адиабатный и политропный процессы.	ПЗ Практическое занятие с разбором конкретных ситуаций
5.	Тема 5. Термодинамические процессы в реальных газах. Процесс парообразования. Основные понятия и определения. T,s - диаграмма водяного пара.	ПЗ Практическое занятие с разбором конкретных ситуаций
6.	Тема 2 Первый закон термодинамики. Аналитические выражения для работы и теплоты. Работа газа при	ПЗ Практическое занятие с разбором конкретных ситуаций

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	изменении его объема в PV - координатах. Внутренняя энергия. Энтальпия и энтропия.	

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

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

Перечень вопросов к контрольным мероприятиям (устному опросу) по разделам

Вопросы к разделу 1. «Техническая термодинамика»:

1. Параметры состояния.
2. Уравнение состояния.
3. Термодинамические процессы.
4. Теплоемкость газов.
5. Смеси идеальных газов.
6. Термодинамические параметры состояния системы
7. Характеристика изохорного процесса
8. Понятие адиабатного процесса
9. Характеристика изобарного процесса
10. Основные единицы измерения теплотехники
11. Первый закон термодинамики.
12. Аналитические выражения для работы и теплоты.
13. Работа газа при изменении его объема в PV - координатах.
14. Внутренняя энергия. Энтальпия и энтропия.
15. Определение идеального газа
16. Второй закон термодинамики.
17. Теплота и ее графическое изображение в TS - координатах.
18. Принцип эквивалентности теплоты и работы.
19. Круговые процессы (циклы).
20. Прямой и обратный циклы Карно
21. Термодинамические процессы идеальных газов.
22. Уравнение состояния идеального газа.
23. Характеристики изобарного
24. Характеристики изотермического процесса
25. Характеристики адиабатного процесса
26. Процесс парообразования. Основные понятия и определения.
27. T,s - диаграмма водяного пара.
28. h,s - диаграмма водяного пара.
29. Основные термодинамические процессы водяного пара.
30. Определение насыщенного пара

31. Термодинамический анализ процессов в теплосиловых установках.
32. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
33. Циклы газотурбинных установок.
34. Циклы паротурбинных установок.
35. Цикл Ренкина, его изображение на PV - и TS - диаграммах.

Вопросы к разделу 2. «Теплопередача»:

1. Способы передачи теплоты.
2. Закон Фурье.
3. Температуропроводность.
4. Условия однозначности решения. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при граничных условиях первого и третьего рода.
5. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление.
6. Передача теплоты многослойной плоской стенкой
7. Передача теплоты многослойной цилиндрической стенкой
8. Коэффициенты теплопередачи различных материалов
9. Конвективный теплообмен. Пограничный слой.
10. Закон Ньютона - Римана.
11. Коэффициент теплоотдачи.
12. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Числа подобия.
13. Конвективный теплообмен в системе отопления здания
14. Физические параметры конвективного теплообмена
15. Характеристика конвективной способности теплообменников
16. Конвективный теплообмен в системе охлаждения двигателя
17. Основные законы теплообмена излучением.
18. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде.
19. Перенос лучистой энергии в поглощающей и излучающей среде.
20. Понятие прозрачного тела
21. Понятие абсолютно черного тела
22. Характеристики излучательной способности тел
23. Зависимость теплового излучения от направления
24. Характеристики излучательной способности элементов отопительной системы

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен) (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3)

1. Термодинамические параметры состояния системы
2. Характеристика изохорного процесса
3. Понятие адиабатного процесса
4. Характеристика изобарного процесса
5. Основные единицы измерения теплотехники
6. Определение идеального газа
7. Различие идеального и реального газа
8. Понятие вечного двигателя

9. Что такое термодинамическая система
10. Внутренняя энергия газа
11. Объем одного киломоля разных газов
12. Понятие термодинамической системы
13. Определение изотермического процесса
14. Тепловой цикл охлаждения
15. Характеристики изохорного процесса
16. Характеристики политропного процесса
17. Закон Клайперона-Менделеева
18. Определение универсальной газовой постоянной
19. Молярные массы наиболее распространенных газов
20. Определение насыщенного пара
21. Определение точки конденсации
22. Определение энергии парообразования
23. Применение перегретого пара в энергетике
24. Циклы паротурбинных установок.
25. Цикл Ренкина, его изображение на PV - и TS - диаграммах.
26. Цикл поршневого двигателя с турбонаддувом
27. Сравнение цикла дизельного и бензинового двигателей
28. Методы повышения эффективности циклов теплосиловых установок
29. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление.
30. Передача теплоты многослойной плоской стенкой
31. Передача теплоты многослойной цилиндрической стенкой
32. Коэффициенты теплопередачи различных материалов
33. Конвективный теплообмен в системе отопления здания
34. Физические параметры конвективного теплообмена
35. Характеристика конвективной способности теплообменников
36. Конвективный теплообмен в системе охлаждения двигателя
37. Понятие абсолютно черного тела
38. Характеристики излучательной способности тел
39. Зависимость теплового излучения от направления
40. Характеристики излучательной способности элементов отопительной системы

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

Критерии оценивания результатов обучения

Виды текущего контроля: опрос / собеседование, оценка по подготовленным материалам (домашняя работа, отчет по практическому занятию).

Итоговый контроль – экзамен - 5 семестр.

Устный ответ и подготовленные материалы оцениваются исходя из правильности и полноты изложения материала по заданному вопросу:

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Итоговый контроль в виде экзамена по дисциплине «Теплотехника» проводится в экзаменационную сессию в 5 семестре в устной форме по вопросам.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Логинов, В. С. Практикум по основам теплотехники : учебное пособие / В. С. Логинов, В. Е. Юхнов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-3377-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206075> (дата обращения: 24.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Круглов, Г. А. Теплотехника / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-507-45269-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/263066> (дата обращения: 24.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Драганов, Б. Х. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве/ Б.Х. Драганов и др. - М. : Агропромиздат, 1990. - 463 с.

2. Захаров А.А. Практикум по применению теплоты в сельском хозяйстве. - М.: Агропромиздат, 1986.

7.3 Нормативные правовые акты

1. Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 октября 2015 г. N 1081

"Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата)" <http://fgosvo.ru/news/21/1424>

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования -бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 теплоэнергетика и теплотехника http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_294351/ee3bc62bd45c3a70f51a5640b83f245d4dd2db72/

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

1. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» <http://www.agrobase.ru> (открытый доступ).
2. Электронный каталог «Публикации ЦНСХБ» <http://www.cnsnb.ru> (открытый доступ).
3. Электронные каталоги «ЦНБ РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева» www.library.timacad.ru (открытый доступ).
4. Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ» (<http://e.lanbook.com>) открытый доступ).
5. ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ»» (<http://www.ckbib.ru>) (открытый доступ).
6. ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М» (www.infra-m.ru) (открытый доступ).
7. Российская государственная библиотека (РГБ) <http://rsl.ru> (открытый доступ).
8. Электронная библиотека диссертаций РГБ <http://diss.rsl.ru> (открытый доступ).
9. ООО "ПОЛПРЕД Справочники" <http://polpred.com> (открытый доступ).
10. Национальный цифровой ресурс Руконт – межотраслевая электронная библиотека (ЭБС) на базе технологии Контекстум <https://rucont.ru> (открытый доступ).
11. Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИКА» <http://cyberlenika.ru> (открытый доступ).
12. Научная электронная библиотека «ELIBRARY» <http://elibrary.ru> (открытый доступ).
13. Справочная правовая система «Гарант» www.garant.ru (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. СПС Консультант Плюс (<http://www.consultant.ru/>);
2. СПС Гарант (<https://www.garant.ru/>);

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Все разделы	Microsoft PowerPoint	Программа подготовки презентаций	Microsoft	2006 (версия Microsoft PowerPoint 2007)
2.	Все разделы	Microsoft Word	Текстовый редактор	Microsoft	2006 (версия Microsoft PowerPoint 2007)

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

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (№ 101н).	Учебные столы (19 шт.); стулья (76 шт.); рабочее место преподавателя; доска учебная; переносное мультимедийное оборудование (проектор Acer X1226H, ноутбук Acer)
Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации лаборатория «Тракторы и автомобили» (№ 104н).	Учебные столы (10 шт.); стулья (30 шт.); рабочее место преподавателя; доска учебная; Двигатель автомобильный в разрезе. Двигатель дизельный в разрез. Стенд для изучения топливной системы автомобиля. Стенд для изучения масляной системы автомобиля. Стенд для изучения тормозной системы автомобиля. Стенд для изучения системы охлаждения автомобиля.
Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (каб. № 110н).	Перечень оборудования: учебные столы (8 шт.); стулья (34 шт.); рабочее место преподавателя; доска учебная; переносное мультимедийное оборудование (проектор Acer X1276, ноутбук DEXP).

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

При изучении курса целесообразно придерживаться следующей последовательности:

1. До посещения первой лекции:

- а) внимательно прочитать основные положения программы курса;
- б) подобрать необходимую литературу и ознакомиться с её содержанием.

2. После посещения лекции:

- а) углублено изучить основные положения темы программы по материалам лекции и рекомендуемым литературным источникам;
- б) дополнить конспект лекции краткими ответами на каждый контрольный вопрос к теме;
- в) составить список вопросов для выяснения во время аудиторных занятий;
- г) подготовиться к практическим занятиям (семинарам).

Задания для самостоятельной работы студентов являются составной частью учебного процесса. Выполнение заданий способствует:

- закреплению и расширению полученных студентами знаний по изучаемым вопросам в рамках учебной дисциплины.
- развитию навыков работы с нормативно-правовыми актами.
- развитию навыков обобщения и систематизации информации.

Важность самостоятельной работы студентов обусловлена повышением требований к уровню подготовки специалистов в современных условиях, необходимостью приобретения навыков самостоятельно находить информацию по вопросам безопасности жизнедеятельности в различных источниках, её систематизировать, и давать им оценку.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем в сфере безопасности жизнедеятельности.

Задания для самостоятельной работы выполняются студентами во внеаудиторное время.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан его отработать. Отработка занятий осуществляется в соответствии с графиком консультаций.

Пропуск лекционного занятия студент отрабатывает самостоятельно и представляет ведущему преподавателю конспект лекций по пропущенным занятиям.

Пропуск практического занятия студент отрабатывает под руководством ведущего преподавателя дисциплины.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Для лучшего усвоения материала студентами преподавателю рекомендуется в первую очередь ознакомить их с программой курса и кратким изложением материала курса, представленного в образовательной программе дисциплины. Далее, необходимо ознакомить студентов с основными терминами и понятиями, применяемые в дисциплине. Далее согласно учебному плану на лекционных занятиях преподаватель должен довести до студентов теоретический материал согласно тематике и содержанию лекционных занятий, представленных в рабочей программе.

В лекциях следует приводить разнообразные примеры практических задач, решение которых подкрепляется изучаемым разделом курса.

На занятиях необходимо не только сообщать учащимся те или иные знания по курсу, но и развивать у студентов логическое мышление, расширять их кругозор.

Преподавателю следует ознакомить студентов с графиком проведения консультаций.

Для обеспечения оценки уровня подготовленности студентов следует использовать разнообразные формы контроля усвоения учебного материала. Устные опросы / собеседование позволяют выявить уровень усвоения теоретического материала, владения терминологией курса.

Ведение подробных конспектов лекций способствует успешному овладению материалом. Проверка конспектов применяется для формирования у студентов ответственного отношения к учебному процессу, а также с целью обеспечения дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью учебной работы и предназначена для достижения следующих целей:

- закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков;
- подготовка к предстоящим занятиям и экзамену;
- формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний.

Преподавателям следует объяснить студентам необходимость самостоятельной работы для успешного освоения курса. Средствами обеспечения самостоятельной работы студентов являются учебники, сборники задач и учебные пособия, приведенные в списке основной и дополнительной литературы. Кроме того, студент может использовать Интернет-ресурсы в том числе ЭБС филиала.

Использование новых информационных технологий в цикле лекций и практических занятий по дисциплине позволяют максимально эффективно задействовать и использовать информационный, интеллектуальный и временной потенциал, как студентов, так и преподавателей для реализации поставленных учебных задач. Основной целью практических занятий является: интегрировать знания, полученные по другим дисциплинам данного направления и активизировать их использование, как в случае решения поставленных задач, так и в дальнейшей практической деятельности.