

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 14.09.2023 15:02:31  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



**СВЕРЖДАЮ:**

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

*Парлюк* Е.П. Парлюк  
«30» *июне* 2023 года

## Лист актуализации рабочей программы дисциплины Б1.О.19 «Термодинамика и теплопередача»

для подготовки специалистов

Специальность: 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Автомобильная техника в транспортных технологиях

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

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

Разработчик: Парлюк Екатерина Петровна, д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

*Парлюк*  
«26» *июне* 2023 года

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры «Тракторы и автомобили» 30 июня 2023 года, протокол № 8.

Зав. кафедрой Дидманидзе О.Н., академик РАН,

д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

*Дидманидзе*  
«30» *июне* 2023 года





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

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра «Тракторы и автомобили»



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина  
И.Ю. Игнаткин  
13» сентября 2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Б1.О.19 «Термодинамика и теплопередача» Б1.О.19 «Термодинамика и теплопередача»

для подготовки специалистов

ФГОС ВО

Специальность: 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства наземного транспорта

Специализация: Автомобильная техника в транспортных технологиях автомобильная техника в транспортных технологиях

Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях  
технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Москва, 2021



Разработчик: Парлюк Екатерина Петровна, к.э.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«26» августа 2021 года

Рецензент: Чепурин Александр Васильевич, к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«02» сентября 2021 года

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», профессионального стандарта 33.005 – Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом осмотре, профессионального стандарта 13.001 – Специалист в области механизации сельского хозяйства и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры «Тракторы и автомобили», протокол № 1-21/22 от 26 августа 2021 года.

Заведующий кафедрой

«Тракторы и автомобили»

Дидманидзе Отари Назирович,  
академик РАН, д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«26» августа 2021 года

Согласовано:

Председатель учебно-методической  
комиссии института механики и энергетики

имени В.П. Горячкина Парлюк Е.П., к.э.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Протокол № 2 от 13 сентября 2021 года.

Заведующий выпускающей кафедрой

«Тракторы и автомобили»

Дидманидзе Отари Назирович,  
академик РАН, д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«13» сентября 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой

«Технический сервис машин

и оборудования» Апатенко Алексей Сергеевич, д.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«13» сентября 2021 г.

Зав.отделом комплектования ЦНБ

(подпись)

Ермилова Е.В.

## Содержание

	Стр.
Аннотация.....	4
1. Цель освоения дисциплины.....	6
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	7
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	8
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре.....	8
4.2. Содержание дисциплины.....	11
4.3. Лекции, лабораторные и практические занятия.....	14
5. Образовательные технологии.....	17
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	18
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	19
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	23
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	27
7.1. Основная литература.....	27
7.2. Дополнительная литература.....	27
7.3. Нормативно-правовые акты.....	27
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	28
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	28
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	28
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	29
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины.. Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	30 31
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	32

**Аннотация**  
**рабочей программы по дисциплине**  
**Б1.О.19 «Термодинамика и теплопередача»**

**для подготовки специалиста по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализации «Автомобильная техника в транспортных технологиях» и «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях»**

**Цель освоения дисциплины:** ознакомление студентов с основными законами математических и естественно-научных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности, основными положениями термодинамики и теплопередачи, составляющих основу расчета теплотехнических систем; правилами эксплуатации тепловых машин, современными методами экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности, методами теории планирования эксперимента, математической статистики, теории вероятностей, метрологии с использованием современных цифровых инструментов и с применением программных продуктов на основе порядка решения конкретных задач проекта заявленного качества и за установленное время с учетом способов контроля с использованием цифровых инструментов планирования, а также на основе действующих правовых норм и ограничений, оказывающих регулирующее воздействие на проектную деятельность.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

**Требование к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3.

**Краткое содержание дисциплины:** Основные понятия термодинамики. Рабочие вещества. Идеальный газ, реальные газы. Уравнение состояния. Первый закон термодинамики. Газовые процессы. Второй закон термодинамики. Газовые циклы тепловых машин. Реальные газы. Водяной пар. Теплопроводность. Конвективный теплообмен (теплоотдача). Тепловое излучение. Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Массообмен. Гидростатика. Газодинамика. Техническая гидрогазодинамика. Характеристики энергетических топлив. Физико-химические основы теории горения топлива. Процессы сгорания жидкого, газообразного и твердого топлива. Теплоснабжение предприятий и населенных пунктов. Энергосбережение и снижение выбросов»

**Общая трудоемкость дисциплины / в т.ч. практическая подготовка:** 144/8 часа, 4 зачетные единицы.

**Промежуточный контроль:** экзамен – 5 семестр.

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Важнейшим условием успешной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин является ускорение научно-технического прогресса, высокоэффективное использование производственного потенциала и укрепление материально-технической базы предприятий технического сервиса на основе даль-



нейшего развития механизации, автоматизации и компьютеризации технологических процессов технического обслуживания и текущего ремонта.

Научно-технический прогресс в сфере эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин определяется техническим уровнем применяемого в отрасли технологического оборудования, эффективностью организации его использования в зависимости от производственных факторов. Модернизация парка транспортно-технологических машин, появление новых видов техники, требует радикального решения проблем организации рационального использования техники, уменьшения стоимости ее технического обслуживания и восстановления утраченной работоспособности.

В связи с важностью обоснования и реализации эффективных решений по внедрению и организации инновационных технологий сервиса существенно возрастает роль человеческого фактора, повышаются требования к инженерно-технической службе и самим специалистам, задействованным на производстве, а также методам их подготовки и повышения квалификации.

Техническим специалистам на предприятиях, эксплуатирующих автомобили, сегодня требуются компетенции, связанные с владением современной нормативной базой, передовыми инновационными технологиями сервиса автомобилей, процедурами управления техническим состоянием и их информационной составляющей.

Целью освоения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» является ознакомление студентов с основными законами математических и естественно-научных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности, основными положениями термодинамики и теплопередачи, составляющих основу расчета теплотехнических систем; правилами эксплуатации тепловых машин, современными методами экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности, методами теории планирования эксперимента, математической статистики, теории вероятностей, метрологии с использованием современных цифровых инструментов и с применением программных продуктов на основе порядка решения конкретных задач проекта заявленного качества и за установленное время с учетом способов контроля с использованием цифровых инструментов планирования, а также на основе действующих правовых норм и ограничений, оказывающих регулирующее воздействие на проектную деятельность.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» включена в вариативную часть учебного плана. Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта 33.005 – Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом осмотре, профессионального стандарта 13.001 – Специалист в области механизации сельского хозяйства, ОПОП ВО и учебного плана по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Термодинамика и теплопередача» являются курсы:

- 1 курс, 1 семестр: химия, введение в сервисно-эксплуатационный тип профессиональной деятельности, введение в производственно-технологический тип профессиональной деятельности;
- 1 курс, 2 семестр: физика;
- 2 курс, 3 семестр: физика;
- 2 курс, 4 семестр: конструкция наземных транспортных средств, конструкции наземных технологических средств.

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» является одной из основополагающей для изучения дисциплин: гидравлические и пневматические системы машин, энергетические установки наземных транспортно-технологических средств, теория наземных транспортно-технологических средств, испытания наземных транспортно-технологических средств, конструкция и техническая эксплуатация автомобилей на альтернативных видах топлива, альтернативные источники энергии.

Особенностью дисциплины является направленность на решение как практических вопросов, связанных с особенностями функционирования транспортных средств и агрегатов в их составе на производстве, так и теоретических вопросов, связанных с подходами к определению наиболее рациональных конструктивных решений модернизируемых НТТС и методик управления техническим состоянием отдельных автомобилей и их парков с использованием цифровых инструментов.

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

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

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 в семестре**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа в том числе практическая подготовка 8 часов), их распределение по видам работ в 5 семестре представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
2.	ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественно-научных, математических и технологических моделей	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности	основные понятия, теоремы, методы математических и естественных наук основные проблемы математики и естественных наук	выбрать нужный математический метод, использовать аналитические методы в решении типовых задач профессиональной деятельности	различными математическими методами, аналитическими методами решения типовых задач профессиональной деятельности
			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса	конкретные математические модели в задачах, относящихся к области эксплуатации наземных транспортно-технологических машин	создавать математические модели самостоятельно, объяснять происходящие явления физическими законами	методами построения математических моделей в области эксплуатации наземных транспортно-технологических машин
			ОПК-1.3 Формирует схему и последовательность применения основных законов математических и естественных наук для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса	схемы и последовательность применения математических и естественнонаучных законов	разрабатывать схемы и определять последовательность применения математических и естественнонаучных законов, позволяющих реализовать конкретные проектные и эксплуатационные решения применительно к техническим средствам	навыком разработки схемы и опытом определения последовательности применения математических и естественнонаучных законов, позволяющих реализовать конкретные проектные и эксплуатационные решения



						применительно к техническим средствам
5.	ПКос-5	Способен организовывать и проводить оценку новых и усовершенствованных образцов наземных-транспортно-технологических машин, разрабатывать рекомендации по повышению эксплуатационных свойств	ПКос-5.2 Способен проводить оценку функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний	методы, средства и приемы сбора данных о функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин, методики подготовки документации	обобщать, оформлять и описывать полученные данные о функциональных, энергетических и технических параметров, находить решения и подтверждения предполагаемых выводов	описывать результаты и формулировать выводы по итогам обработки полученных данных о функциональных, энергетических и технических параметров, прогнозировать развитие событий и моделировать оцениваемые процессы в других условиях
			ПКос-5.3 Способен проводить оценку надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний	методы, средства и приемы сбора данных о надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин, методики подготовки документации	обобщать, оформлять и описывать полученные данные о надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин, находить решения и подтверждения предполагаемых выводов	описывать результаты и формулировать выводы по итогам обработки полученных данных о надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин, прогнозировать развитие событий и моделировать оцениваемые процессы в других условиях

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час
	всего / в том числе практическая подготовка
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144/8</b>
<b>1. Контактная работа</b>	<b>68,4/8</b>
Аудиторная работа:	68,4/8
<i>в том числе:</i>	
лекции (Л)	34
лабораторные занятия (ЛЗ)	16
практические занятия (ПЗ)	16/8
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4
Консультация перед экзаменом	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>75,6</b>
Контрольная работа (кр)	18
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, текущему контролю и т.д.)	33
Подготовка к экзамену	24,6
Вид промежуточного контроля:	экзамен

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛЗ (всего/*)	ПЗ (всего/*)	ПКР	
Тема 1. «Техническая термодинамика»	24	8	4	6	-	6
Тема 2. «Тепломассообмен»	34/6	10	10	8/6	-	6
Тема 3 «Гидрогазодинамика»	13	6	-	-	-	7
Тема 4 «Топливо и теория горения»	13	6	-	-	-	7
Тема 5 «Промышленная теплотехника»	13/2	4	-	2/2	-	7
Подготовка контрольной работы	18	-	-	-	-	18
Консультация перед экзаменом	2	-	-	-	2	-
Подготовка к экзамену	24,6	-	-	-	-	24,6
Контактная работа на промежуточном контроле	0,4	-	-	-	0,4	-
Всего за семестр	144/8	34	16	16/8	2,4	93,6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144/8</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16/8</b>	<b>2,4</b>	<b>93,6</b>

\* в том числе практическая подготовка



**Тема 1. «Техническая термодинамика».** Параметры состояния. Функции состояния. Первый закон термодинамики. Теплоемкость газов. Смеси газов. Термодинамические процессы. Сжатие газа в компрессоре. Второй закон термодинамики. Цикл быстрого сгорания (карбюраторного ДВС). Цикл медленного сгорания (дизеля). Цикл газотурбинной установки. Реальные газы. Параметры воды и пара. Циклы паротурбинных установок. Термодинамика холодильных машин..

**Тема 2. «Тепломассобмен».** Теплопроводность. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме и граничных условиях первого рода. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенок при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода (теплопередача). Регулирование интенсивности теплопередачи. Нестационарная теплопроводность.

Конвективный теплообмен (теплоотдача) основные понятия и определения. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Основы теории подобия. Обобщение опытных данных на основе теории подобия. Теплоотдача при свободной конвекции. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при кипении и конденсации.

Тепловое излучение. Основные понятия и определения. Законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между телами. Излучение газов и паров. Процессы сложного теплообмена.

Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения рекуперативных аппаратов. Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Массобмен: основные понятия..

**Тема 3 «Гидрогазодинамика».** Гидростатика. Гидравлика. Физические свойства жидкостей. Гидростатика. Давление жидкости на стенки. Определения кинематики жидкости. Неразрывность. Движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Измерение полного напора. Трубка Пито. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Уравнение количества жидкости. Число Рейнольдса. Потери напора по длине трубы. Местные сопротивления. Гидравлический расчет трубопроводов. Гидравлический удар в трубах.

Газодинамика. Адиабатные соотношения. Скорость звука, число Маха. Уравнение энергии. Критическая и максимальная скорость газа. Связь скорости газа с сечением потока. Сопло Лаваля. Параметры изоэнтропического торможения газа. Истечение газа. Волны давления в газовом потоке.

Техническая гидрогазодинамика. Безвихревое и вихревое течение. Циклонные аппараты. Влияние вязкости. Моделирование в гидрогазодинамике. Критерии подобия. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Крыло в газовом потоке. Лопаточная решетка в газовом потоке. Распыливание жидкостей.

**Тема 4 «Топливо и теория горения».** Состав и характеристики жидкого топлива. Твердые и искусственные топлива. Условное топливо. Приведенные характеристики топлива. Физико-химические основы теории горения топлива. Стехиометрические соотношения. Количество воздуха, необходимое для горения топлива. Объем продуктов сгорания. Уравнения полного и неполного сгорания. Физико-химические процессы воспламенения и горения топлива. Сжи-

гание жидкого топлива. Сжигание газообразного топлива. Сжигание твердого топлива.

**Тема 5 «Промышленная теплотехника».** Теплоснабжение предприятий и населенных пунктов. Системы теплоснабжения. Источники теплоснабжения. Энергосберегающие теплообменные установки на тепловых насосах и тепловых трубах. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), и экономия от их использования. Снижение вредных выбросов и сбросной теплоты.

#### 4.3 Лекции, лабораторные и практические занятия

В рамках изучения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» предусмотрено проведение лекций, практических и лабораторных занятий в которых рассматриваются прикладные вопросы, связанные с исследованием термодинамики и теплопередачи.

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторных и практических занятий и контрольные мероприятия

№ раздела, темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов / в том числе практическая подготовка
Тема 1. «Техническая термодинамика»	Лекция № 1 «Основные понятия термодинамики. Рабочие вещества. Идеальный газ, реальные газы»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лекция № 2. «Уравнение состояния. Первый закон термодинамики»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лекция 3 «Газовые процессы. Второй закон термодинамики»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лекция 4 «Газовые циклы тепловых машин. Реальные газы. Водяной пар»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лабораторная работа № 1. Определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	защита лабораторной работы	2
	Лабораторная работа № 2. Исследование политропных процессов	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	защита лабораторной работы	2
	Практическое занятие № 1 «Расчет идеальных циклов»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2



№ раздела, темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов / в том числе практическая подготовка
	Практическое занятие № 2 «Работа с h-s диаграммой водяного пара»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 3 «Работа с H-d диаграммой влажного воздуха»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
Тема 2. «Тепломас- обмен»	Лекция № 5 «Теплопроводность»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	дискуссия	2
	Лекция № 6 «Конвективный теплообмен (теплоотдача)»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лекция № 7 «Тепловое излучение»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лекция № 8 «Тепловой расчет теплообменных аппаратов»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	дискуссия	2
	Лекция № 9 «Массообмен»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лабораторная работа № 3. «Определение зависимости коэффициента теплопроводности воздуха от температуры методом нагретой нити»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	защита лабораторной работы	2
	Лабораторная работа № 4. Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	защита лабораторной работы	2
	Лабораторная работа № 5. Определение коэффициента излучения и интегральной степени черноты твердого тела	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	защита лабораторной работы	2
	Лабораторная работа № 6. Определение коэффициента теплопередачи при вынужденном течении жидкости в трубе	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	защита лабораторной работы	2
	Лабораторная работа № 7. Испытание пластинчатого теплообменника	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2;	защита лабораторной работы	2

№ раздела, темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов / в том числе практическая подготовка
		ПКос-5.3		
	Лабораторная работа № 8. Испытание кожухотрубного теплообменника	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	защита лабораторной работы	2
	Практическое занятие № 4 (практическая подготовка) «Расчет теплопроводности на примере материалов, использованных в силовой установке автомобиля»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2/2
	Практическое занятие № 5 «Расчет конвективного теплообмена»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос	2
	Практическое занятие № 6 (практическая подготовка) «Расчет теплопередачи в системе охлаждения двигателя»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос, деловая игра	2/2
	Практическое занятие № 7 (практическая подготовка) «Расчет теплообменных устройств силовой установки автомобиля»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос, деловая игра	2/2
Тема 3 «Гидрогазодинамика»	Лекция № 10 «Гидростатика»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лекция № 11 «Газодинамика»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лекция № 12 «Техническая гидрогазодинамика»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
Тема 4 «Топливо и теория горения»	Лекция № 13 «Характеристики энергетических топлив. Традиционные и альтернативные топлива»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	дискуссия	2
	Лекция № 14 «Физико-химические основы теории горения топлива»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лекция № 15 «Процессы сгорания жидкого и газообразного топлива в двигателе внутреннего сгорания»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2



№ раздела, темы	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов / в том числе практическая подготовка
Тема 5 «Промышленная теплотехника»	Лекция № 16 «Теплоснабжение автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Лекция 17 «Энергосбережение и снижение выбросов на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3		2
	Практическое занятие № 8. (практическая подготовка) «Расчет отопления и вентиляции помещений автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания»	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3	устный опрос, деловая игра	2/2

Описание вопросов, предлагаемых студентам для самостоятельного обучения представлено в таблице 5.

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1. «Техническая термодинамика»	Параметры состояния. Функции состояния. Первый закон термодинамики. Теплоемкость газов. Смеси газов. Термодинамические процессы. Сжатие газа в компрессоре. Второй закон термодинамики. Цикл быстрого сгорания (карбюраторного ДВС). Цикл медленного сгорания (дизеля). Цикл газотурбинной установки. Реальные газы. Параметры воды и пара. Циклы паротурбинных установок. Термодинамика холодильных машин. (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3)
2.	Тема 2. «Тепломассобмен»	Теплопроводность. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме и граничных условиях первого рода. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенок при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода (теплопередача). Регулирование интенсивности теплопередачи. Нестационарная теплопроводность. Конвективный теплообмен (теплоотдача) основные понятия и определения. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Основы теории подобия. Обобщение опытных данных на основе теории подобия. Теплоотдача при свободной конвекции. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при кипении и конденсации. Тепловое излучение. Основные понятия и определения. Законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между телами. Излучение газов и паров. Процессы сложного теплообмена. Тепловой расчет

№ п/п	№ темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		теплообменных аппаратов. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения рекуперативных аппаратов. Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Массообмен: основные понятия (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3)
3.	Тема 3 «Гидрогазодинамика»	Гидростатика. Гидравлика. Физические свойства жидкостей. Гидростатика. Давление жидкости на стенки. Определения кинематики жидкости. Неразрывность. Движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Измерение полного напора. Трубка Пито. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Уравнение количества жидкости. Число Рейнолдса. Потери напора по длине трубы. Местные сопротивления. Гидравлический расчет трубопроводов. Гидравлический удар в трубах. Газодинамика. Адиабатные соотношения. Скорость звука, число Маха. Уравнение энергии. Критическая и максимальная скорость газа. Связь скорости газа с сечением потока. Сопло Лавалья. Параметры изэнтропического торможения газа. Истечение газа. Волны давления в газовом потоке. (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3)
4.	Тема 4 «Топливо и теория горения»	Состав и характеристики жидкого топлива. Твердые и искусственные топлива. Условное топливо. Приведенные характеристики топлива. Физико-химические основы теории горения топлива. Стехиометрические соотношения. Количество воздуха, необходимое для горения топлива. Объем продуктов сгорания. Уравнения полного и неполного сгорания. Физико-химические процессы воспламенения и горения топлива. Сжигание жидкого топлива. Сжигание газообразного топлива. Сжигание твердого топлива (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3)
5.	Тема 5 «Промышленная теплотехника»	Теплоснабжение предприятий и населенных пунктов. Системы теплоснабжения. Источники теплоснабжения. Энергосберегающие теплообменные установки на тепловых насосах и тепловых трубах. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), и экономия от их использования. Снижение вредных выбросов и сбросной теплоты (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ПКос-5.2; ПКос-5.3)

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Термодинамика и теплопередача» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы современных технологий.

Для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и современной (проблемного обучения) технологиям:



- основные формы теоретического обучения: лекции, лекции-дискуссии, консультации, экзамен;
- основные формы практического обучения: лабораторные и практические занятия, деловые игры;
- дополнительные формы организации обучения: контрольная работа и самостоятельная работа студентов.

В рамках учебного курса предусмотрена деятельность, имитирующая реальную работу специалистов проектных организаций, ведущих работы исследования в области автомобилестроения или проектирования промышленных объектов. Также предусмотрены встречи с представителями российских компаний, осуществляющих техническую эксплуатацию транспортных и транспортно-технологических машин на автотранспортных предприятиях, а также компаний, осуществляющих научно-исследовательскую деятельность.

Таблица 5

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Теплопроводность	Л	лекция-дискуссия (проблемное обучение)
2.	Тепловой расчет теплообменных аппаратов	Л	лекция-дискуссия (проблемное обучение)
3	Характеристики энергетических топлив	Л	лекция-дискуссия (проблемное обучение)
4.	Расчет теплопередачи в системе охлаждения двигателя	ПЗ	деловая игра (проблемное обучение)
5.	Расчет теплообменных устройств силовой установки автомобиля	ПЗ	деловая игра (проблемное обучение)
6	Расчет отопления и вентиляции помещений автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания	ПЗ	деловая игра (проблемное обучение)

### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении семестра.

Текущий контроль знаний студентов в рамках дисциплины «Термодинамика и теплопередача» может представлять собой: устный опрос (групповой или индивидуальный); проверку деятельности в рамках деловых игр; проверку выполнения элементов контрольной работы; контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

При текущем контроле успеваемости акцент делается на установлении подробной, реальной картины студенческих достижений и успешности усвоения ими учебной программы на данный момент времени.

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

В рамках обучения по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» предусмотрено выполнение контрольной работы, связанной с исследованием процессов термодинамики и теплопередачи применительно к транспортно-технологическим машинам. Примерные темы контрольной работы:

1. Измерение температуры и давления в различных условиях.
2. Изучение законов термодинамики на примере различных систем.
3. Изучение теплопередачи и ее видов.
4. Расчет тепловых потоков и тепловых процессов в различных системах.
5. Изучение тепловых двигателей и их применение в различных областях.
6. Расчет тепловых насосов и их применение в различных областях.
7. Изучение теплообменных аппаратов и их применение в различных областях.
8. Расчет тепловых систем и их оптимизация.
9. Изучение термодинамических циклов и их применение в различных областях.
10. Расчет тепловых процессов в различных материалах и средах.

Фрагмент примерного перечня тем дискуссий, выносимых на лекционные занятия, проводимые в интерактивной форме:

1. Перспективные конструкционные материалы силовых агрегатов и их теплотехнические свойства
2. Современные подходы к организации отвода тепла от агрегатов автомобиля.
3. Альтернативные топлива и их перспективы использования в ДВС

Фрагмент примерного перечня вопросов выносимых на текущий контроль (устный опрос, защита лабораторных работ):

1. Как формулируется 1-й закон термодинамики?
2. В каких единицах измеряется теплота?
3. Как изменяется теплоемкость газов с ростом температуры?
4. Как задается состав смеси газов?
5. Что такое адиабатный процесс?
6. Как изменяется энтропия газа при изотермическом расширении?
7. Для чего охлаждают цилиндр при сжатии газа в поршневом компрессоре?
8. Как формулируется второй закон термодинамики?
9. Из каких термодинамических процессов формируется цикл Карно?
10. Почему для высоких степеней сжатия приходится применять многоступенчатые компрессоры?
11. Почему ДВС имеют более высокий термический КПД, чем ГТУ?
12. Почему термический КПД дизеля выше, чем у карбюраторного двигателя?
13. Как зависит КПД ДВС от степени сжатия?

14. Для решения каких задач применяются ГТУ в энергетике?
15. От чего зависит термический КПД цикла Ренкина?
16. Что такое степень сухости водяного пара?
17. Каково назначение конденсатора в паротурбинной установке?
18. Что такое холодильный коэффициент?
19. Как устроен тепловой насос?
20. Сформулируйте основной закон теплопроводности.
21. Дайте характеристику дифференциального уравнения теплопроводности и условий однозначности.
22. Как распределяется температура по толщине плоской и цилиндрической стенок?
23. Укажите основные способы интенсификации процессов теплопередачи.
24. В чем состоит физический смысл коэффициента теплопередачи?
25. Сформулируйте закон конвективной теплоотдачи.
26. Укажите факторы, влияющие на величину коэффициента теплоотдачи.
27. Что такое определяющий размер, определяющая температура?
28. Как влияет режим течения жидкости на теплоотдачу при вынужденном движении в каналах и при внешнем обтекании тел?
29. Опишите особенности теплообмена при кипении и конденсации жидкости.
30. Как преобразуется лучистая энергия, падающая на поверхность твердого тела?
31. Сформулируйте закон излучения Стефана-Больцмана.
32. Дайте определение степени черноты тела.
33. Для чего применяется экранирование излучающих поверхностей?
34. Опишите особенности излучения газов.
35. Как рассчитывается сложный теплообмен?
36. Назовите типы теплообменных аппаратов.
37. Опишите основные расчетные уравнения рекуперативных теплообменных аппаратов.
38. Проведите сравнение прямоточных и противоточных аппаратов.
39. Что такое среднеарифметический и среднелогарифмический температурные напоры?
40. Что такое вязкость жидкости?
41. Какой формулой определяется сила давления жидкости на стенку?
42. Чем отличается ламинарное течение от турбулентного?
43. Что такое кавитация?
44. Как предохранить трубопроводов от гидравлического удара?
45. Что такое число Маха?
46. От каких параметров зависит расход газа при истечении из сопла?
47. Где применяется сопло Лавалея?
48. Что такое скачок уплотнения?
49. Что такое температура торможения?
50. Как устроены циклонные аппараты для очистки газа?
51. Что такое пограничный слой?
52. Что такое лопаточная решетка?



53. Какие способы распыливания жидкостей Вам известны?
54. Назовите виды турбулентных струй.
55. Как получают жидкие топлива из природной нефти?
56. Что характеризуют октановое и цетановое числа?
57. Что такое фракционный состав жидкого топлива?
58. Чем определяется испаряемость жидких топлив?
59. Назовите виды и показатели качества нефтяного мазута.
60. Назовите виды и области применения искусственных топлив.
61. Как рассчитывается теоретическое количество воздуха, необходимое для сжигания одного килограмма топлива?
62. Что такое полное и неполное сгорание топлива?
63. Что такое гомогенное и гетерогенное горение?
64. В чем состоит сущность теории цепной реакции?
65. Опишите основные стадии воспламенения и распространения пламени.
66. Что такое турбулентное и детонационное распространение пламени?
67. Назовите способы приготовления горючей смеси в ДВС с искровым зажиганием.
68. Каковы назначение, виды и характеристики распыливания жидкого топлива?
69. От чего зависит скорость испарения капли топлива?
70. Каковы особенности сжигания мазута в котельных топках?
71. В чем состоят особенности процесса горения твердого топлива?
72. Назовите методы организации процесса сжигания твердого топлива.

## **6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

При сессионном промежуточном мониторинге акцент делается на подведении итогов работы студента в семестре и определенных административных выводах из этого. При этом знания и умения студента не обязательно подвергаются контролю заново; промежуточная аттестация может проводиться по результатам текущего контроля. Промежуточный контроль, как правило, осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Подобный контроль помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях – даже формирование определенных профессиональных компетенций. Формой промежуточной аттестации является экзамен.

Для допуска к экзамену необходимо выполнить и защитить материалы лабораторных и практических занятий и контрольную работу; сделать устные сообщения по вопросам, вынесенным на самостоятельную подготовку и по пропущенным темам.

Примерный перечень вопросов к экзамену включает следующие

1. Основные понятия и определения технической термодинамики. Параметры состояния.
2. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева и его анализ.
3. Теплоемкость. Теплоемкость газов. Массовая, объемная и молярная теплоемкость; взаимосвязь между ними.

4. Внутренняя энергия и энтальпия. Формулы для вычисления изменения внутренней энергии и энтальпии идеального газа.
5. Газовые смеси. Способы задания состава смеси. Расчет основных параметров.
6. Теплоемкость газовой смеси, заданной массовыми, объемными или мольными долями.
7. Формулировка и математическое выражение 1-го закона термодинамики для закрытых систем.
8. Исследование изохорного термодинамического процесса.
9. Исследование изобарного термодинамического процесса.
10. Исследование изотермического процесса.
11. Исследование адиабатного процесса.
12. Политропный термодинамический процесс. Теплоемкость газа в политропном процессе.
13. Анализ политропных процессов в зависимости от знаков  $q$  и  $\Delta U$ .
14. Прямой и обратный термодинамические циклы. Термический КПД. Холодильный коэффициент.
15. Физическая сущность 2-го закона термодинамики на примере тепловых и холодильных машин.
16. Понятие энтропии. Формулы для вычисления изменения энтропии.
17. Прямой и обратный обратимые циклы Карно.
18. Идеальный цикл ДВС с подводом теплоты при  $V = \text{const}$ .
19. Идеальный цикл ДВС с подводом теплоты при  $P = \text{const}$ .
20. Идеальный цикл ДВС со смешанным подводом теплоты.
21. Графоаналитическое сравнение идеальных циклов ДВС.
22. Термодинамический анализ работы компрессора. Работа компрессора при изотермическом, адиабатном и политропном сжатии.
23. Мёртвое пространство и его влияние на работу компрессора. Многоступенчатый компрессор.
24. Реальные газы и пары. Уравнения состояния реальных газов.
25. Водяной пар и его состояния. Тройная точка.  $P$ - $v$ ,  $T$ - $s$  и  $h$ - $s$  диаграммы водяного пара.
26. Формулы для вычисления параметров состояния воды, влажного, насыщенного и перегретого водяного пара.
27. Влажный воздух: основные понятия и определения. Взаимосвязь между относительной влажностью и влагосодержанием влажного воздуха.
28.  $h$ ,  $d$  - диаграмма влажного воздуха. Температура точки росы и температура мокрого термометра. Изображение в  $h$ ,  $d$  - диаграмме процессов нагрева, охлаждения воздуха, смешения двух потоков воздуха.
29. Паросиловая установка. Термодинамический анализ работы ПСУ, работающей по циклу Карно и циклам Ренкина на насыщенном и перегретом паре.
30. Принципиальная схема и термодинамический анализ работы газокompрессионной холодильной машины.
31. Холодильные агенты, применяемые в парокompрессионных холодильных машинах и их анализ.
32. Принципиальная схема и термодинамические циклы парокompрессионной

холодильной установки.

33. Абсорбционные холодильные установки.

34. Пароэжекторные холодильные установки.

35. Тепловые насосы. Коэффициент преобразования теплоты.

36. Основные понятия и определения теплообмена.

37. Способы распространения теплоты в пространстве.

38. Закон теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность в газах, жидкостях, твердых телах.

39. Стационарная теплопроводность через однослойную плоскую стенку. Термическое сопротивление стенки.

40. Стационарная теплопроводность через многослойную плоскую стенку. Термическое сопротивление стенки.

41. Стационарная теплопроводность через однослойную цилиндрическую стенку. Линейная плотность теплового потока. Термическое сопротивление стенки.

42. Стационарная теплопроводность через многослойную цилиндрическую стенку. Линейная плотность теплового потока. Термическое сопротивление стенки.

43. Конвективный теплообмен. Уравнение теплоотдачи Ньютона. Термическое сопротивление.

44. Теплоотдача при свободном движении жидкости.

45. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.

46. Основы теории подобия. Критериальные уравнения. Определяемый и определяющие критерии подобия.

47. Тепловое излучение. Законы теплового излучения.

48. Теплопередача через однослойную плоскую стенку. Общее термическое сопротивление.

49. Теплопередача через многослойную плоскую стенку. Общее термическое сопротивление.

50. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку. Линейный коэффициент теплопередачи. Линейное термическое сопротивление теплопередачи цилиндрической стенки.

51. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку. Линейный коэффициент теплопередачи. Линейное термическое сопротивление теплопередачи цилиндрической стенки.

52. Критический диаметр теплоизоляции цилиндрической стенки. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции.

53. Классификация теплообменных аппаратов.

54. Рекуперативные теплообменные аппараты. Принцип действия. Конструкции. Область применения.

55. Регенеративные теплообменные аппараты. Принцип действия. Конструкции. Область применения.

56. Смесительные теплообменные аппараты. Принцип действия. Конструкции. Область применения.

57. Тепловой расчёт рекуперативного теплообменника. 2.23. Тепловая изоляция теплообменных аппаратов

58. Средняя разность температур рекуперативного теплообменного аппарата при прямотоке, противотоке и перекрестном токе. Преимущества и недостатки противотока и прямотока.
59. Способы интенсификации теплообмена в теплообменном аппарате.
60. Виды сжигаемого топлива и их характеристика. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо.
61. Основы теории горения и организация сжигания топлив. Расчеты процессов горения жидкого, твердого и газообразного топлива.
62. Классификация теплоносителей.
63. Котельные установки. Классификация и устройство паровых и водогрейных котлов. Основы теплового расчета котельных агрегатов.
64. Меры по повышению эффективности использования тепловой энергии в котельных установках.
65. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата. Теплоносители. Расход топлива, удельный расход топлива. Мероприятия по защите окружающей среды при эксплуатации котельных установок.
66. Вентиляция жилых, коммунально-бытовых и производственных помещений. Классификация.
67. Нормативная литература для расчета систем вентиляции.
68. Тепловой баланс административного помещения (точный расчет).
69. Тепловой баланс животноводческого помещения (точный расчет).
70. Определение расхода приточного воздуха по удалению избыточной влаги.
71. Определение расхода приточного воздуха по удалению вредных веществ из помещения (углекислого газа).
72. Сравнительный анализ естественной и механической вентиляции.
73. Определение расхода приточного воздуха по удалению избыточной теплоты.
74. Определение расхода приточного воздуха по нормативным данным.
75. Определение тепловых потерь по нормативным данным.
76. Особенности расчета тепловых потерь полов на грунте.
77. Вентиляторы. Классификация. Устройство. Область применения.
78. Выбор калорифера для нагрева приточного воздуха.
79. Расчет и выбор вентиляционного оборудования.
80. Характеристика вредных выделений (теплоты, влаги, газов, пыли и др.). Аналитический расчет воздухообмена.
81. Расчет и выбор температуры приточного воздуха с использованием  $H, d$  – диаграммы.
82. Общая характеристика систем вентиляции. Расчет требуемого расхода воздуха.
83. Кондиционирование. Принцип работы и классификация кондиционеров

Критерии выставления оценок во время экзамена представлены в таблице 6.

Таблица 6

### Критерии выставления оценок на экзамене

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



Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа экзаменационных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий, основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Шаров, Ю. И. Термодинамика и теплопередача : учебник / Ю. И. Шаров. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 311 с. — Текст : электронный // Лань : электрон-

но-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152148> (дата обращения: 26.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Червенчук, В. Д. Термодинамика и теплопередача : учебное пособие / В. Д. Червенчук, А. Л. Иванов. — Омск : Омский ГАУ, 2016. — 126 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/221768> (дата обращения: 26.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Техническая термодинамика и теплопередача : учебное пособие / А. В. Делков, М. Г. Мелкозеров, Д. В. Черненко, Ю. Н. Шевченко. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165879> (дата обращения: 26.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Ларионов, А. Н. Теоретические основы термодинамики и теплопередачи : учебное пособие / А. Н. Ларионов. — Воронеж : ВГАУ, 2015. — 199 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181781> (дата обращения: 26.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Татаров, Г. Л. Термодинамика и теплопередача: применение теплоты в АПК : учебное пособие / Г. Л. Татаров, В. Е. Прошкин, В. И. Курдюмов. — Ульяновск : УлГАУ имени П. А. Столыпина, 2021. — 164 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207236> (дата обращения: 26.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Никифоров, А. И. Термодинамика и теплопередача : учебное пособие / А. И. Никифоров. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, [б. г.]. — Часть 1 : Техническая термодинамика — 2014. — 206 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145589> (дата обращения: 26.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Нечаев, Е. П. Лабораторный практикум по технической термодинамике и теплопередаче : учебное пособие / Е. П. Нечаев, А. И. Петров. — Мурманск : МГТУ, 2016. — 144 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142623> (дата обращения: 26.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Выбрик, Е. И. Термодинамика и теплопередача. Учебно-методическое пособие. : [Книжные издания] / Е. И. Выбрик, М. А. Карапетян. - М. : ФГБОУ ВПО МГУП, 2013. - 48 с. - Текст: непосредственный. (75 шт)

5. Осмонов, О. М. Общая энергетика : [ Электронный ресурс] : учебное пособие / О. М. Осмонов ; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева. - Электрон. текстовые дан. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. - 98 с.: - URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/186.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации . - Библиогр.: с. 97 (9 назв.). - 30 экз. Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
2. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Дата актуализации: 16.01.2015.
3. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – М.: 2012.
5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М.: 2012.
6. СП 60.13330.2016. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М.: 2017.

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Для самостоятельного выполнения контрольной работы по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» используются методические рекомендации по расчетам в области термодинамики и теплопередачи, справочная и заводская документация по конструкции конкретных моделей теплотехнического оборудования, а также силовых агрегатов автомобилей. Для лабораторных занятий возможно использование рабочей тетради (Теплотехника: рабочая тетрадь для лабораторно-практических занятий для студентов-бакалавров вузов, обучающихся по направлениям «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и «Агроинженерия» / С. П. Рудобашта, Е. Л. Бабичева, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева. — Электрон. текстовые дан. — Москва: Росинформгруппа, 2018. — 50 с.: — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Коллекция: Рабочие тетради. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/rt6.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/rt6.pdf>>).

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

Для проведения аудиторных занятий, а также самостоятельной работы в рамках дисциплины «Термодинамика и теплопередача» можно использовать учебные и справочные ресурсы, размещенные в сети Интернет:

<http://elib.timacad.ru> (открытый доступ)

<http://www.academia-moscow.ru/catalogue> (открытый доступ)

<http://znanium.com/bookread> (открытый доступ)

<https://e.lanbook.com/book> (открытый доступ)

<http://www.zr.ru> (открытый доступ)

<http://www.autostat.info> (открытый доступ)

<https://dikipedia.ru> (открытый доступ)

<http://docs.cntd.ru> (открытый доступ)

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальных требований к программному обеспечению учебного процесса не предусмотрено. При проведении различных практических занятий и самостоятельной работы достаточно возможностей типовых программ, поставляемых вместе с компьютерной техникой (Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel и другие), стандартных Internet-браузеров, и их доступных, предпочтительно отечественных, аналогов

Таблица 7

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы
1	Тема 1. «Техническая термодинамика»	Microsoft Office Word, Canva.com Microsoft Office PowerPoint, Miro Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
2	Тема 2. «Тепломас- собмен»	Microsoft Office Word, Canva.com Microsoft Office PowerPoint, Miro Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
3	Тема 3 «Гидрогазо- динамика»	Microsoft Office Word, Canva.com Microsoft Office PowerPoint, Miro Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
4	Тема 4 «Топливо и теория горения»	Microsoft Office Word, Canva.com Microsoft Office PowerPoint, Miro Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
5	Тема 5 «Промышлен- ная теплотехника»	Microsoft Office Word, Canva.com Microsoft Office PowerPoint, Miro Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные

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

Сведения о необходимом технологическом оборудовании и специализированных аудиториях приведены в таблице 8.

Таблица 8



## 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
Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием (26/232)	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, занятий практического типа: доска аудиторная 3-х элем. - 1 шт., комплект стендов по устройству легкового автомобиля - 1 шт., проектор - 1 шт., световое оборудование базовый комплект «Дорожные знаки», -1 шт., стенд системы управления - 1 шт., стенд схема газобалон. устан. автомоб. - 1 шт., стол компьютерный -1 шт., экран - 1 шт., экран на штативе - 1 шт., стулья - 75 шт., стол ученический 2-х местный - 38 шт., стол, стул преподавателя -1 шт.
Компьютерный класс (26/228а)	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы: видеомагнитофон - 1 шт., видеопроектор ВЕ - 1 шт.; доска аудиторная ДН-38 - 1 шт.; журнальный стол - 1 шт.; доска настенная 3-элементная - 1 шт.; компьютер в комплекте - 1 шт. *; компьютер - 10 шт.*; кресло офисное. - 1 шт., монитор-1 шт., монитор ЖК LG - 12 шт. *; монитор УАМА - 1 шт.; стол эргономичный - 1 шт., телевизор 5695 - 1 шт.; стулья - 22 шт. *, стол-12 шт. *, стол, стул преподавателя -1 шт., антивирусная защита Касперского, Windows, Microsoft Office
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Помещения для самостоятельной работы – аудитории для проведения планируемой учебной, учебно-исследовательской, научно-исследовательской работы студентов, выполняемой во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: 9 читальных залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi и Интернет-доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов.
Общежитие №4.	Комната для самоподготовки

### 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторная и внеаудиторная) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические и лабораторные занятия, включая практическую подготовку (занятия семинарского типа);
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Пропуски аудиторных занятий не рекомендуются. Студент, пропустивший занятия обязан пояснить причину своего отсутствия и в зависимости от вида пропущенного занятия должен самостоятельно подготовить и представить на проверку материал, выбывший из-за пропуска, дополнительно представив его в виде краткого устного сообщения в рамках темы пропущенной лекции или ответив на контрольные вопросы в отдельно отведенное время при пропуске практического занятия.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах термодинамики и теплопередачи. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

На лекциях излагается теоретический материал: даются термины и определения. Представляются принципиальные схемы тепловых и термодинамических процессов, их влияние на конструктивные особенности силовых агрегатов, а также на микроклимат в производственных помещениях.

Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п.

Излагаемый материал может показаться студентам сложным, поскольку включает знания, почерпнутые преподавателем из различных естественно-научных дисциплин, науки и техники. Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае непонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, формулы и т.д.), которые использует преподаватель. Лекционное занятие должно быть содержательным, проблемным, диалоговым, интересным, эффективным, отличаться новизной рассмотрения учебных вопросов.

По наиболее сложным проблемам учебной дисциплины проводятся практические и лабораторные занятия, в том числе практическая подготовка. Их главной задачей является углубление и закрепление теоретических знаний у

студентов, формирование и развитие у них умений и навыков применения знаний для успешного решения задач. Практическое занятие проводится в соответствии с планом. В плане указываются тема, время, место, цели и задачи занятия, обсуждаемые вопросы. Подготовка студентов к практическому или лабораторному занятию включает:

- заблаговременное ознакомление с планом занятия;
- изучение рекомендованной литературы и конспекта лекций;
- подготовку доклада (при необходимости) по указанию преподавателя;
- освоение своей роли как участника деловой игры.

При проведении практических занятий уделяется особое внимание заданиям, предполагающим не только воспроизведение студентами знаний, но и направленных на развитие у них практических умений и навыков, а так же творческого мышления, научного мировоззрения, профессиональных представлений и способностей.

*Лабораторные занятия* проводятся в лаборатории. При этом на лабораторных работах целесообразно использовать серийное измерительное оборудование и реальные объекты исследования.

Студент должен быть готов к устным опросам на практических занятиях и защите результатов лабораторных работ. Одобряется и поощряется инициативные выступления с докладами по темам практических занятий. Попуски аудиторных занятий не рекомендуются.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых тем предмета, подготовку докладов и сообщений на секции научной конференции, выполнение контрольной работы. При организации самостоятельной работы, следует обратить особое внимание на регулярность изучения основной и дополнительной литературы, конспекта лекций, а также выполнения домашних заданий. В период изучения литературных источников необходимо также вести конспект. В случае затруднений необходимо обратиться к преподавателю за разъяснениями.

Практические занятия целесообразно проводить в интерактивной форме или в форме практической подготовки. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания. Эффективно при этом использовать имеющееся на кафедре оборудование и рабочие места. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Использование компьютерной техники подразумевает применение программного обеспечения и специальных программ для аудиторного обучения и самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины. Для подготовки к аудиторным занятиям можно рекомендовать современные программные продукты: для подготовки презентационного материала – Canva.com, Microsoft Office PowerPoint и их аналоги; для подготовки контрольных заданий различных видов – Quizlet, Learnis, Kahoot.com и другие; для работы в онлайн формате – Яндекс.Телемост, Zoom и их аналоги. Для этого кафедре следует обеспечить преимущественно сертифицированное программное обеспечение и проверенное и испытанное оборудование для всех форм занятий по дисциплине.

Для эффективного проведения практических и лабораторных занятий по

дисциплине кафедре целесообразно разработать рабочую тетрадь с изложением всех элементов учебного процесса (тематического плана дисциплины, описания практических занятий, индивидуальных контрольных заданий и др.), а также предусмотреть возможность использования онлайн-досок типа Jamboard, Padlet и их аналогов.

Одной из форм применения программного обеспечения является размещение электронных учебных пособий, контрольных заданий и примерных вопросов на информационном портале «Тимирязевка» с созданием соответствующего раздела по дисциплине на виртуальном диске.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по средствам формирования производственно-технической инфраструктуры предприятий, техническому сервису в агропромышленном комплексе и на автомобильном транспорте.

Преподавание дисциплины основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы студентов. Для этого используются методические рекомендации, позволяющие студентам под руководством преподавателей (путём онлайн и оффлайн консультаций) самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям. Рекомендуется посещение автомобильных, автообслуживающих, промышленных, экологических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

Формой проверки знаний в конце курса является экзамен, который должен оценить работу студента, выявить уровень полученных им теоретических знаний и развития творческого мышления, наличие навыков самостоятельной работы и умение применять полученные знания на практике.

Экзамен сдается в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом. Форму проведения экзамена (устно, письменно) определяет преподаватель по согласованию с заведующим кафедрой. Условием допуска к экзамену является сдача завершённой контрольной работы после изучения всех разделов дисциплины.

Устный экзамен проводится по предварительно запланированным вопросам. Перечень вопросов, выносимых на экзамен, доводится преподавателем до студентов не позднее, чем за десять дней до начала зачетной недели.

На экзамен студент должен явиться с зачетной книжкой, которую предъявляет в начале мероприятия преподавателю, а также с ручкой и листом бумаги в случае запланированного письменного ответа.

Подготовка к ответу составляет не более 45 минут.

Во время экзамена преподаватель может задавать дополнительные вопросы с целью выяснения качественного уровня освоения учебного курса. При проведении экзамена могут быть использованы технические средства, программы данного курса, справочная литература. Основой для определения итогов экзамена служит уровень усвоения студентом материала, предусмотренного учебной программой данной дисциплины.

Преподаватель не имеет права принимать экзамен без зачетной ведомо-



сти и зачетной книжки.

**Программу разработал:**

Парлюк Екатерина Петровна, к.э.н., доцент

---

(подпись)