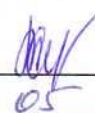


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе


Г.П. Малявко
2020 г.

Теплотехника

(наименование дисциплины)

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой **Технологического оборудования
животноводства и перерабатывающих производств**

Направление подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-
технологические комплексы

Профиль Машины и оборудования природообустройства и дорожного
строительства

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения заочная

Общая трудоёмкость **4 з.е.**

Год начала подготовки 2020

Программу составил(и):

к.т.н., доцент: Чащинов В.И.

Рецензент

к.с/х.н., доцент: Орехова Г.В.

Рабочая программа дисциплины

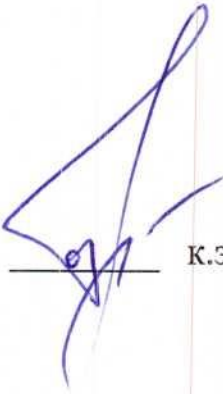
Теплотехника

разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы - Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 06 марта 2015 года № 162.

Составлена на основании учебного плана направления подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы, утвержденного учёным советом вуза от 20 мая 2020 года протокол № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры технических систем в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве от 20 мая 2020 года протокол № 10.

Заведующий кафедрой


к.э.н., доцент Гринь А.М.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Получение знаний по основам технической термодинамики, теплообмена, а также по вопросам рационального использования теплоты в машинах, аппаратах и технологических процессах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Блок ОПОП ВО: **Б1.В.10**

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Дисциплина относится к профессиональному циклу дисциплин. Для освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по основным дисциплинам математического и естественно-научного цикла (математика, физика).

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Дисциплина «Теплотехника» является базовой для освоения ряда других дисциплин профессионального цикла по подготовке бакалавров с направлением подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы Профиль Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства и формирования соответствующих компетенций.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-4

способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена

Знать основные законы гидравлики, термодинамики и теплообмена

Уметь составлять уравнения теплового баланса для тепловых процессов, различного теплотехнического оборудования и систем, пользоваться измерительными средствами теплотехнических параметров.

Владеть методами расчета термодинамических систем, решения уравнений теплового и материального баланса

ПК-12

способность участвовать в подготовке исходных данных для составления планов, программ, проектов, смет, заявок инструкций и другой технической документации

Знать существующие источники информации в области техники и технологии производства продуктов питания животного происхождения.

Уметь использовать законы естественнонаучных дисциплин для анализа и моделирования теплотехнических систем

Владеть основными методами анализа систем с использованием основных законов естественнонаучных дисциплин.

4. Распределение часов дисциплины по курсам

Вид занятий	1		2		3		4		5		Итого	
					УП	РПД					УП	РПД
Лекции					8	8					8	8
Лабораторные					4	4					4	4
Практические					4	4					4	4
Консультация перед					1	1					1	1
Прием экзамена					0,25	0,25					0,25	0,25
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)					17,25	17,25					17,25	17,25
Сам. работа					120	120					120	120
Контроль					6,75	6,75					6,75	6,75
Итого					144	144					144	144

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем	Курс	Часов	Компетенции
Раздел 1	Введение. Общие сведения о термодинамических системах, теплофизических свойствах и параметрах состояния рабочих тел			
Лекция	Введение. Основные понятия и определения Технической термодинамики (термодинамическая система, рабочее тело, теплота и работа как формы проявления и передачи энергии). Термодинамические параметры состояния и уравнение состояния для идеальных газов.	3	2	ОПК-4, ПК-2
Лаб.	Приборы и оборудование для измерения основных термодинамических параметров (температуры и давления).	3	2	ОПК-4, ПК-2
Самост. раб.	Проработка рекомендуемой литературы по темам раздела,	3	12	ОПК-4, ПК-2
Раздел 2	Термодинамические процессы в идеальных газах.			
Лекция	Общие сведения о термодинамических процессах. Первый закон термодинамики для закрытых систем. Определение теплоты и работы в общем случае	3	1	ОПК-4, ПК-2
Практ.	Расчет и анализ основных термодинамических процессов в идеальных газах	3	2	ОПК-4, ПК-2
Самост. раб.	Проработка рекомендуемой литературы по темам раздела,	3	16	ОПК-4, ПК-2
Раздел 3	Круговые термодинамические процессы или циклы.			
Лекция	Общие сведения о круговых термодинамических процессах и их классификация. Показатели эффективности циклов. Цикл Карно.	3	1	ОПК-4, ПК-2
Самост. раб.	Проработка рекомендуемой литературы по темам раздела,	3	18	ОПК-4, ПК-2
Раздел 4	Термодинамика систем с реальными газами.			ОПК-4, ПК-2
Лекция	Фазовые переходы. Свойства и уравнение состояния реальных газов.	3	2	ОПК-4, ПК-2
Лаб.	Исследование процессов во влажном воздухе.	3	2	ОПК-4, ПК-2
Самост. раб.	Проработка рекомендуемой литературы по темам раздела,	3	16	ОПК-4, ПК-2
Раздел 5	Основы теплообмена.			
Лекция	Общие сведения о теплообмене. Способы переноса теплоты. Основные законы теплообмена.	3	2	ОПК-4, ПК-2
Практ.	Расчет процессов теплообмена.	3	1	ОПК-4, ПК-2
Практ.	Тепловой расчет рекуперативного теплообменника.	3	1	ОПК-4, ПК-2
Самост. раб.	Проработка рекомендуемой литературы по темам раздела,	3	22	ОПК-4, ПК-2
Раздел 6	Топливо и основы сгорания топлив.	3		
Самост. раб.	Проработка рекомендуемой литературы по темам раздела,	3	16	ОПК-4, ПК-2
Раздел 7	Технологическое применение теплоты и применение теплоты на бытовые нужды.	3		
Самост. раб.	Проработка рекомендуемой литературы по темам раздела,	3	20	ОПК-4, ПК-2

Реализация программы предполагает использование традиционной, активной и интерактивной форм обучения на лекционных, лабораторных и практических занятиях.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля знаний и промежуточной аттестации. Фонд включает типовые расчетные задания, контрольные вопросы по отдельным темам занятий, набор тестовых заданий для рубежного контроля знаний в том числе для использования в компьютерной тестовой системе Visual Testing Studio, вопросы и задачи к экзамену.

Эти материалы представлены в приложении 1 рабочей программы дисциплины.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература	
<i>Автор, название, место издания, издательство, год издания</i>	<i>Количество</i>
Амерханов Р.А., Драганов Б.Х. Теплотехника. – М.: Энергоатомиздат, 2006.	19
Рудобашта С.Г. Теплотехника. – М.: КолосС, 2010	15
Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. Теплотехника: Учебное пособие. 2е издание стереотипное. СПб: Издательство «Лань» 2012.(эл. ресурс	
Буянов О.Н. Тепло- и хладоснабжение предприятий пищевой промышленности [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Буянов О.Н.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006.— 282 с	
6.1.2. Дополнительная литература	
<i>Автор, название, место издания, издательство, год издания</i>	<i>Количество</i>
Драганов Б.Х., Кузнецов А.В., Рудобашта С.Г. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1990.	43
Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. Теплотехника: Учебное пособие. 2е издание стереотипное. СПб: Издательство «Лань» 2012	2
6.1.3. Методические разработки	
<i>Автор, название, место издания, издательство, год издания</i>	<i>Количество</i>
Купреенко А.И., Чащинов В.И. Теплотехника в вопросах и ответах. – Брянск: Издательство БГСХА, 2010.	14
Чащинов В.И. Практикум по теплотехнике. – Брянск: Издательство БГСХА, 2009	16
Чащинов В.И. Теплотехника: Учебное пособие.. – Брянск: Изд. Брянского ГАУ, 2002	5
Чащинов В.И. Теплотехника для агроинженеров в вопросах и ответах: Ч. I :Учебное пособие (издание второе)/ В.И. Чащинов. – Изд. Брянской ГСХА, 2012.	15
Чащинов В.И. Рабочая тетрадь для лабораторных и самостоятельных работ по теплотехнике. – Брянск: Изд. Брянской ГСХА, 2013.	15
В.И. Чащинов. Теплотехника: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки для предприятий переработки сельскохозяйственной продукции, пищевых производств и предприятий общественного питания. – Брянск: Изд. Брянского ГАУ, 2015. – 220 с. (эл. ресурс)	
Чащинов В.И. Теплотехника: Учебное пособие.. – Брянск: Изд. Брянского ГАУ, 2015.(эл.версия)	
Купреенко А.И. Теплоэнергоснабжение предприятий. Раздел Электроснабжение и использование электроэнергии на предприятии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения / А.И. Купреенко, В.И. Чащинов, Х.М. Исаев – Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2017. – 140 с. (эл.версия)	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1 Единая библиотечная система БГАУ: www.bgsha.com;

Э2 Сайт библиотеки БГАУ: www.bgsha.com;

Э3 База электронных учебно-методических материалов библиотеки БГАУ: www.bgsha.com

Интернет-ресурс: [http:// www.minenergo.gov.ru/](http://www.minenergo.gov.ru/) - Министерство энергетики РФ

Интернет-ресурс: <http://www.rosenergo.gov.ru/> Российское энергетическое агентство.
Интернет-ресурс: [http:// www.iea.org](http://www.iea.org) Международное энергетическое агентство.

6.3. Перечень программного обеспечения

Интернет-браузеры:

1. Google Chrome.
2. Mozilla Firefox.
3. Internet Explorer.
4. Opera.

MS Office Standard 2010

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лаборатория теплотехники № 3-410. Оснащенность: Автоклав ВК-30, измеритель теплопроводности, регулятор температур, прибор ВК 7-10, теплоventильатор, стенд для исследования политропных процессов, установка для исследования процессов во влажном воздухе, лабораторная установка теплообменник труба в трубе; барометр, микроамперметры, установка для измерения теплопроводности λ -400, установка для измерения теплоемкости с-400., Р- Н метр-150 МИ плакаты, стенды, методические пособия, наглядные пособия.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Теплотехника**Содержание**

Паспорт фонда оценочных средств.....	
Перечень формируемых компетенций и этапы их формирования.....	
Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.....	
Процесс формирования компетенции в дисциплине «Теплотехника».....	
Структура компетенций по дисциплине «Теплотехника».....	
Показатели, критерии оценки компетенций и типовые контрольные задания.....	
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации дисциплины.....	
Оценочные средства для проведения текущего контроля знаний по дисциплине.....	

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы
Профиль: Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства
Дисциплина: Теплотехника
Форма промежуточной аттестации Экзамен

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИИ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.

Изучение дисциплины «Теплотехника» направлено на формировании следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

общепрофессиональных компетенций (ОПК):

ОПК-4 способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена

профессиональных компетенций (ПК):

ПК-12 способность участвовать в подготовке исходных данных для составления планов, программ, проектов, смет, заявок инструкций и другой технической документации

2.2. Структура компетенций по дисциплине «Теплотехника»

ОПК-4 способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена		
Знать	Знать	Знать
Основные законы гидравлики, термодинамики и тепломассообмена.	Основные законы гидравлики, термодинамики и тепломассообмена.	Основные законы гидравлики, термодинамики и тепломассообмена.
ПК-12 готовностью к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин		
Знать	Знать	Знать
существующие источники информации в области техники и технологии производства продуктов питания животного происхождения.	существующие источники информации в области техники и технологии производства продуктов питания животного происхождения.	существующие источники информации в области техники и технологии производства продуктов питания животного происхождения.

2.3. Процесс формирования компетенций в процессе изучения дисциплины

Компетенции в своей структуре содержат такие составляющие как «**знание**», «**умение**» и «**навыки**». Знания формируются в ходе прослушивания лекций, на лабораторных и практических занятиях, а также в результате самостоятельной работы над предметом. Умения формируются в основном на практических занятиях и при самостоятельном выполнении заданий по темам соответствующих разделов. Навыки формируются путем неоднократного использования определенных методов и способов познавательной деятельности и практических действий в ходе лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы.

№ раздела	Наименование разделов	Компетенции	
		ОПК-4	ПК-12
1	Введение. Общие сведения о термодинамических системах, теплофизических свойствах и параметрах состояния рабочих тел	+	+
2	Термодинамические процессы в идеальных газах.	+	+
3	Круговые термодинамические процессы или циклы.	+	+

4	Термодинамика систем с реальными газами.	+	+
5	Основы теплообмена.	+	+
6	Производство теплоты.	+	+
7	Технологическое применение теплоты и применение теплоты на бытовые нужды.	+	+

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

В качестве основных оценочных средств для контроля знаний по дисциплине используются контрольные вопросы по отдельным темам разделов, экзаменационные вопросы и тестовые задания для контроля остаточных знаний.

Оценочное средство	Применение	Примечания
Контрольные вопросы для текущего контроля знаний по отдельным темам дисциплины.	Текущий контроль.	Контроль проводится путем письменных ответов на вопросы билетов, составленных из контрольных вопросов по соответствующей теме. Билет содержит 5 вопросов.
Вопросы экзаменационных билетов	Итоговый контроль знаний и умений по дисциплине.	Контроль осуществляется на экзамене по экзаменационным билетам, содержащих 2 вопроса из разных разделов курса .и задачу
Тестовые задания по дисциплине.	Контроль остаточных знаний.	Вариант контрольного задания состоит из 10 тестовых заданий и формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине, приведенных в приложении 2. Общее количество тестовых заданий разного типа в фонде – 225.

Контрольные вопросы для текущего контроля знаний по отдельным темам дисциплины

№ темы	Тема	Контрольные вопросы по теме
1	Основные понятия и определения технической термодинамики.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что является предметом изучения технической термодинамики? 2. Что собой представляет теплота? 3. Что собой представляет механическая работа? 4. Что называют термодинамической системой? 5. В чем состоит особенность термомеханических систем? 6. Приведите классификацию термодинамических систем по условиям взаимодействия с окружающей средой. 7. Что собой представляет открытая термодинамическая система? 8. Что собой представляет закрытая термодинамическая система? 9. Что такое адиабатная система? 10. Что называется замкнутой или изолированной системой? 11. Что в термодинамике называют рабочим телом? 12. Что чаще всего используется в качестве рабочего тела в

		<p>термомеханических системах?</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Что собой представляет идеальный газ? 14. Назовите параметры состояния термодинамической системы. 15. Что собой представляет температура, и в каких единицах она измеряется? 16. Что такое давление, и в каких единицах оно измеряется? 17. Какова природа давления в жидкостях и газах? 18. Напишите уравнение Клапейрона для 1кг газа. 19. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона для произвольного количества газа, выраженного в кмольях. 20. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона для произвольного количества газа, выраженного массой. 21. Каков физический смысл газовой постоянной и универсальной газовой постоянной? 22. Каково значение универсальной газовой постоянной? 23. Что такое внутренняя энергия, и в каких единицах она измеряется? 24. Что такое энтальпия, и в каких единицах она измеряется? 25. Что такое энтропия, и в каких единицах она измеряется?
2	<p>Приборы и оборудование для измерения термодинамических параметров. (л.р.).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что собой представляет температура? 2. Что такое давление и какова его природа в жидкостях и газах? 3. В каком соотношении находятся единицы измерения температуры – К и °С? 4. Каким образом по значению температуры $t, ^\circ\text{C}$ находят термодинамическую температуру T, K? 5. Что собой представляет единица измерения паскаль? 6. Что такое бар? 7. Что собой представляет техническая атмосфера? 8. Что собой представляет физическая атмосфера? 9. Сколько паскалей составляет 1мм ртутного столба? 10. Сколько паскалей составляет 1мм водяного столба? 11. Каким образом по показаниям жидкостного манометра определяется давление в паскалях? 12. Каким образом измеряется давление жидкостным U-образным манометром? 13. Как по показаниям манометра определяется абсолютное давление? 14. Как по показаниям вакуумметра определяется абсолютное давление? 15. Назовите приборы для измерения температуры. 16. Как устроены и на каком принципе основана работа жидкостных термометров? 17. Что собой представляет и на каком принципе работает манометрический термометр? 18. Что собой представляет и как работает dilatометрический термометр? 19. На каком принципе основана работа биметаллического термометра? 20. Что собой представляет и как работает термометр сопротивления? 21. Что собой представляет и как работает термоэлектрический термометр? 22. Что собой представляет пирометр, и на каком принципе работают пирометры? 23. Назовите виды манометров. 24. Что такое вакуумметр? 25. С какой целью используются жидкостные чашечные манометры с наклонной трубкой? 26. Что является чувствительным элементом пружинного

		<p>манометра, и как он действует?</p> <p>27. Что собой представляет и с какой целью грузопоршневой манометр?</p> <p>28. Как устроен и как работает пьезоэлектрический манометр?</p> <p>29. Как устроен и как работает емкостной манометр?</p> <p>30. В каких случаях и каким образом используют термосопротивление для измерения давления?</p>
3	Термодинамические процессы и первый закон термодинамики для закрытых систем.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называют термодинамическим процессом? 2. Что собой представляют обратимые процессы? 3. Что собой представляют необратимые процессы? 4. Назовите основные термодинамические процессы. 5. Что собой представляет изохорный процесс? 6. Что собой представляет изобарный процесс? 7. Что собой представляет изотермический процесс? 8. Что собой представляет адиабатный процесс? 9. Как называют изображение термодинамических процессов в координатах $p-v$ и почему? 10. Как называют изображение термодинамических процессов в координатах $T-s$ и почему? 11. Что такое теплоёмкость? 12. Какие виды удельной теплоёмкости вы знаете? Приведите их размерность. 13. От каких факторов зависит удельная теплоёмкость? 14. Какой из факторов оказывает наибольшее влияние на теплоёмкость газов? 15. Какими соотношениями связана изобарная и изохорная теплоёмкости газов? 16. Как рассчитываются процессы в газовых смесях? 17. Каким способом могут задаваться газовые смеси? 18. Что называется массовой долей компонента в смеси? 19. Что называется объемной долей компонента в смеси? 20. Что такое приведенный объем газа, входящего в смесь? 21. Что называется парциальным давлением газа, входящего в смесь? 22. Как определяется кажущаяся (средняя) молярная масса смеси? 23. Как можно найти газовую постоянную смеси, зная газовые постоянные компонентов? 24. Как найти массовые доли компонентов смеси, зная их объемные доли? 25. Как найти объемные доли компонентов смеси, зная их массовые доли? 26. Как определяется удельная массовая теплоемкость смеси? 27. Как определяется удельная объемная теплоемкость смеси? 28. Дайте формулировку первого закона термодинамики для закрытых систем. 29. Напишите выражение первого закона термодинамики в дифференциальной форме. 30. Напишите выражение первого закона термодинамики в конечной форме. 31. Как определяется количество теплоты в любом процессе с использованием теплоемкости? 32. Как в общем случае рассчитывается механическая работа в любом процессе? 33. Как определяется изменение внутренней энергии в любом процессе? 34. Как определяется изменение энтальпии в любом процессе? 35. Как определяется изменение энтропии в любом процессе?
4	Круговые	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называют круговым термодинамическим процессом

	термодинамические процессы или циклы.	<p>(термодинамическим циклом)?</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Приведите классификацию термодинамических циклов. 3. В чем состоит отличие обратимых и необратимых циклов? 4. Чем отличаются прямой и обратный циклы? 5. В каких устройствах реализуются прямые и обратные циклы? 6. Каким показателем оценивается эффективность прямого цикла, и как он определяется? 7. Каким показателем оценивается эффективность обратного цикла, и как он определяется? 8. Представьте прямой цикл Карно в координатах $p-v$ и $T-s$. Назовите процессы, составляющие цикл. 9. Изобразите идеальный цикл поршневого ДВС с изохорным подводом теплоты (цикл Отто) в координатах $p-v$ и $T-s$ с указанием процессов его составляющих. 10. Изобразите идеальный цикл поршневого ДВС с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля) в координатах $p-v$ и $T-s$ с указанием процессов его составляющих. 11. Изобразите идеальный цикл поршневого ДВС с комбинированным подводом теплоты (цикл Тринклера) в координатах $p-v$ и $T-s$ с указанием процессов его составляющих. 12. Что такое степень сжатия? 13. Что такое степень повышения давления в цикле поршневого ДВС? 14. Что такое степень предварительного расширения в цикле поршневого ДВС? 15. От какого показателя в большей степени зависит термический КПД цикла поршневого ДВС, и каково это влияние? 16. Приведите выражение для термического КПД цикла Отто. 17. Какой из трех видов циклов поршневых ДВС имеет наибольший КПД при одинаковой степени сжатия? 18. Какой из трех видов циклов поршневых ДВС имеет наибольший КПД при одинаковом значении максимального давления в цикле? 19. Изобразите идеальный цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты в координатах $p-v$ и $T-s$ с указанием процессов его составляющих. 20. Приведите расшифровку позиций на схеме газотурбинной установки (ГТУ).
5	Определение параметров пара методом дросселирования. (л.р.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется процессом дросселирования? 2. Перечислите виды пара? 3. Что называется сухим насыщенным паром? 4. Что называется перегретым паром? 5. Что называется влажным паром? 6. Что называется степенью сухости пара? 7. Что называется теплотой парообразования? 8. Как изменяется температура кипения от величины давления? 9. Как зависит температура влажного пара от степени сухости? 10. Как изменяется степень сухости пара при подводе теплоты? 11. Как изменяется теплота парообразования в зависимости от давления? 12. Как определяется абсолютное давление по показаниям манометра? 13. По какой формуле можно рассчитать степень сухости влажного пара? 14. Как рассчитывается энтальпия влажного пара? 15. Каким образом по диаграмме $i-s$ пара при отсутствии на ней

		<p>нижней пограничной кривой можно определить теплоту парообразования?</p> <p>16. Каким образом по диаграмме $i-s$ пара можно определить температуру кипения воды?</p> <p>17. Схематично представьте структуру диаграммы $i-s$ для пара.</p> <p>18. Перечислите параметры, характеризующие состояние влажного пара.</p> <p>19. Какое количество влаги в граммах содержится в 2-х кг влажного пара со степенью сухости $x = 0,8$?</p> <p>20. Каким образом с использованием диаграммы $i-s$ можно определить внутреннюю энергию пара?</p>
6	Исследование процессов во влажном воздухе. (л.р.).	<p>1. Что собой представляет влажный воздух?</p> <p>2. Что называется абсолютной влажностью воздуха, и какова ее размерность?</p> <p>3. Что называется относительной влажностью, и какова ее размерность?</p> <p>4. Что такое влагосодержание и какую размерность оно имеет?</p> <p>5. Что называется влагоемкостью воздуха, и какова ее размерность?</p> <p>6. Что называется парциальным давлением газа в смеси?</p> <p>7. Что называется ненасыщенным воздухом?</p> <p>8. Что называется насыщенным воздухом?</p> <p>9. Почему отличаются показания «сухого» и «мокрого» термометров?</p> <p>10. Могут ли совпадать показания «сухого» и «мокрого» термометров? И если могут, то в каком случае?</p> <p>11. Что называется точкой росы?</p> <p>12. Как изменяется влагоемкость воздуха с ростом температуры?</p> <p>13. Как изменяется относительная влажность воздуха при нагревании?</p> <p>14. Как изображается процесс нагрева воздуха (при отсутствии увлажнения) на диаграмме $i - d$?</p> <p>15. Как изображается процесс испарения (сушки) во влажном воздухе при отсутствии потерь теплоты?</p> <p>16. Каким образом по диаграмме $i - d$ можно найти влагоемкость воздуха?</p> <p>17. Каким образом по диаграмме $i - d$ можно найти парциальное давление пара в воздухе?</p> <p>18. С какой целью воздух перед сушильной камерой подогревается?</p> <p>19. Как изменяется относительная влажность воздуха при его нагреве?</p> <p>20. Каким образом можно понизить влагосодержание воздуха?</p> <p>21. Как можно рассчитать влагосодержание по парциальному давлению пара в воздухе?</p> <p>22. Каким образом можно рассчитать парциальное давление пара по влагосодержанию воздуха?</p> <p>23. Как рассчитывается удельная энтальпия влажного воздуха?</p> <p>24. Как можно рассчитать относительную влажность воздуха по парциальному давлению пара?</p> <p>25. Как определяется количество влаги, поглощаемое воздухом в процессе сушки?</p>
7	Основы теплообмена	<p>1. Что собой представляет теплообмен?</p> <p>2. Какими параметрами характеризуется температурное поле?</p> <p>3. Что такое градиент температуры?</p> <p>4. В чем состоит отличие стационарного и нестационарного температурного поля?</p> <p>5. Что такое тепловой поток, и какова его размерность?</p> <p>6. Что такое плотность теплового потока, и какова ее</p>

		<p>размерность?</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Назовите способы или механизмы переноса теплоты. 8. Что собой представляет теплопроводность? 9. Что собой представляет конвективный теплообмен? 10. Что собой представляет теплообмен излучением? 11. Приведите выражение закона Фурье для теплопроводности. 12. Приведите дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. 13. Что такое коэффициент теплопроводности, и какова его размерность? 14. Как рассчитывается плотность теплового потока при теплопроводности через плоскую многослойную стенку? 15. Напишите выражение закона Ньютона-Рихмана для конвективной теплоотдачи. 16. Что такое коэффициент теплоотдачи, и какова его размерность? 17. Как обычно определяют коэффициент теплоотдачи? 18. Какой процесс теплообмена называют теплопередаче в узком смысле этого слова? 19. Что такое коэффициент теплопередачи, и какова его размерность? 20. Назовите три вида теплообменников по их принципу действия. 21. Что собой представляет рекуперативный теплообменник? 22. Напишите развернутое уравнение теплового баланса для рекуперативного теплообменника. 23. Приведите основное уравнение теплопередачи, используемое для расчета теплообменника. 24. Приведите выражение коэффициента теплопередачи для плоской разделяющей стенки. 25. Как рассчитывается среднелогарифмический температурный напор для теплообменника?
8	Производство теплоты	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называют топливом 2. Назовите основные горючие элементы органического топлива. 3. Каким образом задается состав органического топлива? 4. Что такое теплота сгорания топлива? 5. Чем отличается высшая и низшая теплота сгорания топлива? Укажите количественную связь между ними. 6. Что такое условное топливо? 7. Напишите формулу пересчета массы любого топлива на массу условного топлива. 8. Что такое коэффициент избытка воздуха? 9. Перечислите виды теплогенерирующих установок, применяемых в сельском хозяйстве. 10. Что является теплоносителем в теплогенераторах? 11. В чем заключается принципиальная особенность газовых горелок инфракрасного излучения, как отопительных приборов? 12. Что собой представляет к.п.д. котла? 13. Что собой представляет тепловая мощность котла? 14. В чем заключаются конструктивные и эксплуатационные достоинства секционных чугунных водогрейных котлов? 15. Какие средства обеспечения безопасности имеют теплогенераторы? 16. Какова величина предельного давления пара в паровых котлах низкого давления сельскохозяйственного назначения? 17. С какой целью применяются газовые горелки

		<p>инфракрасного излучения?</p> <p>18. Каким образом можно рассчитать тепловую мощность теплогенератора?</p> <p>19. Назовите основные элементы парового котельного агрегата.</p> <p>20. Что собой представляет экономайзер в котельном агрегате и для чего он служит?</p>
--	--	---

Вопросы экзаменационных билетов

1. Предмет и основные задачи технической термодинамики. Понятия термодинамической системы и рабочего тела. Виды систем по условиям взаимодействия с окружающей средой. Идеальный газ. Понятия теплоты и механической работы.
2. Параметры состояния и функции состояния рабочего тела (внутренняя энергия, энтальпия и энтропия).
3. Уравнение состояния идеальных газов. Газовая постоянная и универсальная газовая постоянная. Связь между ними и физический смысл газовой постоянной.
4. Теплоемкость. Виды удельной теплоемкости. Влияние различных факторов на удельную теплоемкость. Связь между изобарной и изохорной теплоемкостью.
5. Газовые смеси. Способы задания смесей и определение кажущейся молекулярной массы смеси, газовой постоянной, удельной теплоемкости смеси и парциального давления газов, входящих в смесь.
6. Термодинамический процесс. Понятие равновесности и обратимости термодинамического процесса. Формулы для определения теплоты и работы в термодинамическом процессе. Графическое представление процессов в координатах $p - v$ и $T - s$.
7. Формулировка первого закона термодинамики. Математическое выражение первого закона термодинамики в дифференциальной и конечной форме. Математическое выражение первого закона термодинамики с использованием энтальпии.
8. Изохорный, изобарный, изотермический процессы. Уравнение процессов. Изменение параметров состояния и функций состояния в этих процессах. Определение количества теплоты и работы в процессах и их графическое представление в координатах $p - v$ и $T - s$.
9. Адиабатный процесс. Уравнение процесса. Связь между параметрами состояния в начале и в конце процесса. Определение механической работы в процессе. Графическое представление процесса в координатах $p - v$ и $T - s$.
10. Политропный процесс. Определение и характеристика процесса. Связь между теплоемкостью политропного процесса, его характеристикой и показателем политропы. Изменение параметров состояния в политропном процессе. Определение теплоты и работы в политропном процессе. Графическое представление политропных процессов в координатах $p - v$ и $T - s$.
11. Термодинамические циклы. Понятие прямого и обратного, обратимого и необратимого циклов. Цикл Карно и его показатели.
12. Второй закон термодинамики. Суть закона и варианты формулировок.
13. Термодинамические циклы поршневых ДВС (циклы Отто, Дизеля и Тринклера и их сравнительный анализ).
14. Свойство реальных газов. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы, правило фаз Гиббса и фазовая диаграмма.
15. Водяной пар и его параметры. Диаграммы $p - v$, $T - s$ и $i - s$. Паровые процессы и их представление на диаграмме $i - s$.
16. Влажный воздух. Параметры влажного воздуха и диаграмма $i - d$ для влажного воздуха.
17. Процессы сушки влажным воздухом и кондиционирования воздуха.
18. Течение газов. Уравнение первого закона термодинамики для стационарного потока газов и его составляющие (работа проталкивания, располагаемая работа). Критическое отношение давлений и критическая скорость истечения.
19. Процесс дросселирования газов и паров. Дроссель – эффект.
20. Схема паровой компрессорной холодильной установки и ее цикл.
21. Схема и цикл абсорбционной холодильной установки.
22. Рабочий процесс поршневого компрессора. Многоступенчатое сжатие в компрессоре.
23. Схема и циклы газотурбинных установок.
24. Схема паросиловой установки. Цикл Ренкина, его термодинамический КПД и представление процесса в координатах $p - v$, $T - s$ и $i - s$.

25. Теплопередача. Способы переноса теплоты. Основные понятия и определения.
26. Теплопроводность. Закон Фурье для теплопроводности.
27. Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Основной закон конвективного теплообмена (закон Ньютона).
28. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения. Основные законы теплового излучения (закон Стефана-Больцмана и закон Кирхгофа). Лучистый теплообмен между телами.
29. Применение теории подобия для решения задач теплопереноса.
30. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенки.
31. Теплопередача через цилиндрическую однослойную и многослойную стенки.
32. Типы теплообменных аппаратов. Расчет рекуперативного теплообменника.
33. Массообмен. Основные понятия и определения. Закон Фика для молекулярной диффузии. Основное уравнение массопередачи.
34. Виды и основные характеристики топлив. Основы процесса сгорания топлив.
35. Схема котельной установки. Уравнение теплового баланса котельного агрегата. Способы повышение КПД котла.
36. Теплогенераторы и другие теплогенерирующие установки, применяемые в сельском хозяйстве.
37. Значение микроклимата производственных помещений в животноводстве и способы его обеспечения.
38. Обогрев сооружений защищенного грунта.
39. Процессы сушки продукции сельскохозяйственного производства. Тепловые режимы сушки. Типы сушилок и общие сведения об их устройстве.
40. Применение холода в сельском хозяйстве. Порядок выбора холодильных установок.
41. Тепловые насосы. Принцип работы. Возможность и перспективы использования тепловых насосов в сельском хозяйстве.
42. Общие сведения о теплоснабжении в сельском хозяйстве. Методика определения расчетной тепловой мощности котельной и годового расхода топлива.

Задачи экзаменационных билетов

Задача № _____

В цикле Карно к рабочему телу подведено 600 кДж теплоты при температуре $t_1 = 600$ °С. Определить работу цикла, если температура холодного источника $t_2 = 100$ °С.

Задача № _____

Определить требуемую мощность для привода неохлаждаемого компрессора, если его производительность по сжимаемому воздуху составляет 500 м³/ч при степени повышения давления $\lambda_k = 7$. Начальное давление принять равным 0,1 МПа, а КПД компрессора – $\eta_k = 0,7$.

Задача № _____

Определить тепловую мощность и требуемую площадь поверхности рекуперативного теплообменника, работающего по противоточной схеме для следующих исходных данных.

- расход воды $G_g = 5200$ кг/ч ;
- температура воды на входе и на выходе $t'_g = 20$ °С , $t''_g = 90$ °С ;
- температура газов $t'_g = 720$ °С , $t''_g = 290$ °С ;
- коэффициент теплопередачи $K = 85$ Вт /м² К .

Задача № _____

Атмосферный воздух с температурой 18 °С и относительной влажностью 75 % поступает в калорифер сушилки, где подогревается до 80 °С. На выходе из сушилки относительная влажность воздуха составляет 80 %. Считая сушилку идеальной, определить температуру воздуха на выходе из сушилки и требуемый расход для удаления 50 кг влаги из высушиваемого материала.

Задача № _____

Газовая смесь имеет следующий объемный состав: $r_{H_2} = 30$ % ; $r_{O_2} = 20$ % ; $r_{CO} = 35$ % ; $r_{N_2} = 15$ % . Определить массу смеси, если она занимает объем 2 м³ при давлении 10 МПа и температуре 25 °С .

Задача № _____

При адиабатном сжатии кислорода его объем уменьшился в семь раз. Определить давление и температуру в конце процесса сжатия, если их начальные значения составляют соответственно 0,1 МПа и 30 °С.

Задача № _____

Определить расход воздуха и количество теплоты, необходимое для его нагрева в калорифере сушилки, если начальная влажность материала $W_1 = 40\%$, конечная – $W_2 = 10\%$. Температура и относительная влажность воздуха до подогрева составляют соответственно 15 °С и 75 %. На выходе из калорифера воздух имеет температуру 102 °С. Влажосодержание воздуха на выходе из сушилки составляет 32 г/кг с. воздуха. Масса высушиваемого материала – 3,5 т.

Задача № _____

Определить, пользуясь диаграммой $i - s$ водяного пара, количество теплоты, необходимое для превращения 2 кг влажного пара со степенью сухости $x = 0,8$ при постоянном давлении $p = 0,5$ МПа в перегретый пар с температурой 400 °С.

Задача № _____

В цикле Ренкина пар перед турбиной имеет температуру 520 °С и давление 12 МПа. Давление в конденсаторе равно 0,012 МПа. Изобразить цикл в координатах $T - s$ и $i - s$. Определить КПД цикла, используя диаграмму $i - s$ водяного пара.

Задача № _____

Пар с температурой 600 °С и давлением 15 МПа адиабатно расширяется до давления 0,1 МПа. С помощью диаграммы $i - s$ водяного пара определить степень сухости пара и его температуру в конце процесса расширения.

Задача № _____

В цикле Ренкина пар перед турбиной имеет температуру 600 °С и давление 14 МПа. Давление в конденсаторе равно 0,009 МПа. Изобразить цикл в координатах $T - s$ и $i - s$. Определить КПД цикла, используя диаграмму $i - s$ водяного пара.

Задача № _____

Газовая смесь массой 5 кг заполняет резервуар емкостью 0,5 м³. Смесь имеет следующий массовый состав: $g_{H_2} = 0,35$; $g_{CO} = 0,23$; $g_{CO_2} = 0,12$; $g_{N_2} = 0,30$. Определить давление смеси при температуре 45 °С и парциальное давление водорода.

Задача № _____

Цикл Отто имеет следующие параметры: степень сжатия $\varepsilon = 9$; степень повышения давления $\lambda_p = 2,8$. Определить максимальное значение температуры и давления в цикле, а также работу за цикл при условии, что рабочим телом является 1 кг воздуха, который в начале сжатия имеет температуру 27 °С и давление 0,1 МПа.

Задача № _____

Кислородный баллон емкостью 50 л в порожнем состоянии имеет массу 95 кг. Определить массу баллона после заполнения его кислородом до давления 20 МПа при температуре 15 °С.

Задача № _____

В вертикально расположенный цилиндр диаметром 200 мм и высотой 500 мм помещен поршень массой 20 кг. На какой высоте остановится поршень с учетом того, что начальное давление воздуха, наполнявшего цилиндр равно 0,1 МПа? Температура воздуха равна 17 °С. Трением поршня о стенки цилиндра пренебречь.

Задача № _____

Температура азота изменилась в изохорном процессе с 20 °С до 100 °С. Определить количество теплоты, подведенное в процессе, изменение энтальпии и параметры состояния в конце процесса, если начальное давление равно 745 мм рт. столба. Масса газа – 1 кг.

Задача № _____

В процессе изотермического расширения 5 кг воздуха давление падает с 0,5 МПа до 0,2 МПа. Определить количество теплоты и работу, совершаемую в этом процессе. Температура воздуха равна 40 °С.

Задача № _____

1 кг воздуха при температуре 30 °С и начальном давлении 0,1 МПа сжимается изотермически до давления 1 МПа. Определить конечный объем, работу и теплоту в процессе.

Задача № _____

В изобарном процессе подведено 160 кДж/кг теплоты. Определить параметры состояния в конце процесса и начальный удельный объем, если в качестве рабочего тела выступает воздух при начальной температуре 40 °С и давлении 0,5 МПа.

Задача № _____

Определить показатель политропы и характеристику процесса, в котором 1 кг воздуха совершает работу 300 кДж/кг, а его температура изменяется с 50 °С до 150 °С. Начальное давление составляет 0,5 МПа. Определить также удельный объем в начале и в конце процесса.

Задача № _____

Определить, во сколько раз увеличится термическое сопротивление стальной стенки котла толщиной 5 мм, когда в процессе эксплуатации стенка покрывается с одной стороны слоем накипи толщиной 2,5 мм, а с другой – слоем копоти толщиной 0,5 мм. В расчете принять следующие значения коэффициентов теплопроводности: для стали – 45 Вт/м К; для накипи – 0,60 Вт/м К; для копоти – 0,035 Вт/м К.

Задача № _____

Определить плотность теплового потока и температуру стенки при теплопередаче от воды, имеющей температуру 100 °С, воздуху с температурой 20 °С. Коэффициент теплопроводности материала стенки равен 60 Вт/м К, толщина стенки – 10 мм. Коэффициент теплоотдачи со стороны воды равен 6000 Вт/м² К, со стороны воздуха – 120 Вт/м² К.

5.4.2. Критерии оценки на экзамене

Критерии оценки	Оценка в четырехбалльной системе
При ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы студент проявляет отличные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать задачи из числа предусмотренных рабочей программой. Допускаются совсем несущественные «шероховатости» в ответах на вопросы.	Отлично
При ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы студент проявляет твердые знания основных положений учебной дисциплины, допуская в ответах на вопросы лишь иногда некоторые неточности, не носящие принципиального характера. Умеет самостоятельно решать задачи из числа предусмотренных рабочей программой.	Хорошо
При ответах на вопросы экзаменационного билета студент проявляет приемлемый уровень знаний основных положений учебной дисциплины. Умеет исправить допущенные неточности в ответах или решении практических задач с помощью преподавателя, носящей ограниченный характер.	Удовлетворительно
При ответах на вопросы экзаменационного билета студента выявляются существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение даже с помощью «наводящих» вопросов и отдельных подсказок преподавателя прийти к правильному ответу на поставленный вопрос или решению практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой.	Неудовлетворительно

5.4.3. Тестовые контрольные задания

Тестовые контрольные задания могут использоваться для проверки остаточных знаний по дисциплине. Вариант контрольного тестового задания состоит из 10 тестовых заданий и формируется из 225 тестовых заданий, содержащихся в фонда тестовых заданий по дисциплине (Приложение 2). Пример контрольного тестового задания приведен ниже.

Критерием оценки при контроле остаточных знаний является количество правильных ответов на тестовые задания:

Количество правильных ответов	Оценка
9...10	Отлично
7...8	Хорошо
5...6	Удовлетворительно
< 5	Неудовлетворительно

Вариант № ____

В заданиях 1 – 4 необходимо дополнить

1. Термодинамическая система называется _____, если она обменивается с окружающей средой и энергией, и веществом.
2. Функция состояния, дифференциалом которой является выражение $\frac{dq}{T}$ (здесь q – теплота, T – термодинамическая температура), называется _____.
3. Обобщающий термодинамический процесс, в котором доля теплоты, идущая на изменение внутренней энергии системы, остается постоянной, называется _____.
4. Отношение массы компонента газовой смеси к массе всей смеси называется _____.

В заданиях 5 и 6 требуется обвести кружком номер правильного ответа:

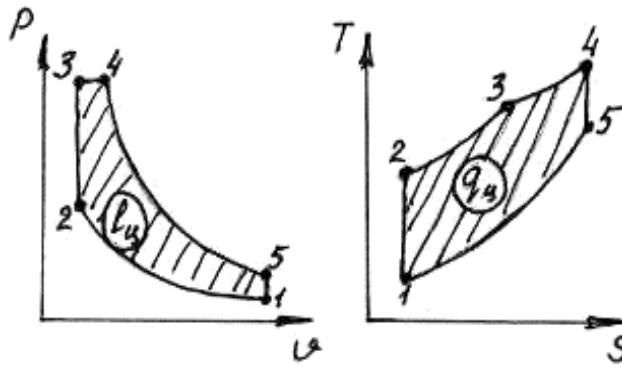
5. В термомеханических системах происходит взаимное превращение

1) теплоты и внутренней энергии.	2) температуры и давления.
3) теплоты и механической работы.	4) температуры и объема.
5) энтальпии и энтропии.	6) теплоты и энтропии.
6. Для изотермического процесса показатель политропы равен

1) $n = 0$.	2) $n = 1$.	3) $n = -1$.	4) $n = \pm \infty$.
--------------	--------------	---------------	-----------------------

В заданиях 7–9 установить соответствие:

7. В представленном на диаграммах цикле Тринклера



обозначения	процессы
1) 1-2	А) изохорный подвод теплоты
2) 2-3	Б) изобарный подвод теплоты
3) 3-4	В) изохорный отвод теплоты
4) 4-5	Г) изобарный отвод теплоты
5) 5-1	Д) изотермический подвод теплоты
	Е) изотермический отвод теплоты
	Ж) адиабатное расширение
	З) адиабатное сжатие

Ответы: 1.____, 2.____, 3.____, 4.____, 5.____.

8. В приведенном выражении работы в изотермическом процессе

$$l = RT \cdot \ln \frac{p_1}{p_2} = RT \cdot \ln \frac{v_2}{v_1} = p_1 v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$$

обозначения	содержание	размерность
l	1) удельный объём в начале процесса	А) Па
R	2) кинематическая вязкость	Б) °С
T	3) удельная работа	В) м³/кг
p_1	4) изменение внутренней энергии	Г) м³
p_2	5) термодинамическая температура	Д) Дж
v_1	6) удельный объём в конце процесса	Е) кПа
v_2	7) давление в конце процесса	Ж) К
	8) давление в начале процесса	З) МПа
	9) газовая постоянная	И) Дж /кг К
	10) удельная теплота	К) Дж /кг
		Л) Дж /кмоль К

ответы: l —____; R —____; T —____; p_1 —____; p_2 —____; v_1 —____; v_2 —____.

9. В приведенном выражении для расчёта площади поверхности рекуперативного теплообменника

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}}$$

обозначения	содержание	размерность
Q	1) градиент температуры	А) $Вт$
	2) плотность теплового потока	Б) $^{\circ}C$
K	3) средний температурный напор	В) $Вт/м K$
F	4) коэффициент температуропроводности	Г) $K/м$
Δt_{cp}	5) коэффициент теплопроводности	Д) $Вт/м^2$
	6) коэффициент теплопередачи	Е) $Вт/м^2 K$
	7) тепловой поток	Ж) $м^2$
	8) коэффициент теплоотдачи	З) $-$
	9) площадь поверхности теплопередачи	И) $Дж/кг K$
		К) $кДж/кг$

ответы: Q —____; K —____; F —____; Δt_{cp} —____.

В задании 10 дополнить и установить соответствие:

10. В приведенном выражении _____.

$$i = t + 0,001d \cdot i_n$$

обозначения	содержание	размерность
i	1) относительная влажность	А) $г/кг с.в.$
	2) степень сухости влажного пара	Б) $^{\circ}C$
d	3) удельная энтальпия влажного пара	В) $м^3/кг$
i_n	4) удельная энтальпия влажного воздуха	Г) $\%$
	5) теплота парообразования	Д) $кДж/кг с.в.$
	6) удельная энтальпия кипящей жидкости	Е) $кПа$
	7) влагосодержание	Ж) K
	8) температура воздуха	З) $-$
		И) $Дж/кг K$
		К) $кДж/кг$

ответы: i —____; d —____; i_n —____.

Дата

Подпись