

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Комарова Светлана Юриевна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 03.07.2024 13:37:10

Уникальный программный ключ:

170b62a2aaba69ca249560a5d2dfa2e1cb0409df5bae3e14ca423f54f1c8e833

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»**

**факультет высшего образования**

-----  
**ОПОП по направлению 35.03.06 Агроинженерия**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по освоению учебной дисциплины**

**Б1.О.15 Теплотехника**

**Направленность (профиль) «Технический сервис в АПК»**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Место учебной дисциплины в подготовке выпускника	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины	4
1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины (экзамен)	5
2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины	6
2.1. Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины	6
2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе	6
3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося, условия допуска к экзамену	7
3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося	7
3.2. Условия допуска к экзамену по дисциплине	7
4. Лекционные занятия	8
5. Лабораторные и практические занятия по курсу и подготовка обучающегося к ним	10
6. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины	12
7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС	13
7.1. Рекомендации по выполнению индивидуального задания	13
7.1.1. Шкала и критерии оценивания индивидуального задания	13
7.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем	13
7.2.1. Шкала и критерии оценивания самостоятельного изучения тем	14
7.3. Самоподготовка к лабораторным и практическим занятиям	14
7.3.1. Шкала и критерии оценивания самоподготовки по темам практических и лабораторных занятий	16
8. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы обучающегося	16
8.1. Вопросы для входного контроля	16
8.1.1. Шкала и критерии оценивания ответов на вопросы входного контроля	16
8.2. Текущий контроль успеваемости	16
8.2.1. Шкала и критерии оценивания ответов на вопросы текущего контроля	16
9. Промежуточная (семестровая) аттестация	17
9.1. Нормативная база проведения промежуточной аттестации по результатам изучения дисциплины	17
9.2. Основные характеристики промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины для экзамена	17
9.3. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины	17
9.3.1. Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины	17
9.3.2. Шкала и критерии оценивания ответов на тестовые вопросы тестирования по итогам освоения дисциплины	18
9.4. Перечень примерных вопросов к экзамену	18
9.4.1. Шкала и критерии оценивания	19
10. Учебно-информационные источники для изучения дисциплины	19

## **ВВЕДЕНИЕ**

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.

2. Содержательной основой для разработки настоящих методических указаний послужила Рабочая программа дисциплины, утвержденная в установленном порядке.

3. Методические аспекты развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.

4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в информационно-образовательной среде университета.

При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний.

### **Уважаемые обучающиеся!**

Приступая к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас кафедрой специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями кафедры по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, уберечь самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя эти указания, Вы без дополнительных осложнений подойдете к промежуточной аттестации по этой дисциплине. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

## 1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В ПОДГОТОВКЕ ВЫПУСКНИКА

Учебная дисциплина относится к дисциплинам ОПОП университета, состав которых определяется вузом и требованиями ФГОС.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков, необходимых для освоения программ дисциплин профессионального цикла подготовки бакалавров направления 35.03.06 Агроинженерия.

**В ходе освоения дисциплины обучающийся должен:**

иметь целостное представление о процессах, проходящих при нагреве, охлаждении, тепло- и массообмене, а также о конструкции тепловых машин;

владеть: навыками расчета и эксплуатации тепловых машин;

знать: основные законы термодинамики и тепломассообмена;

уметь: рассчитывать основные параметры теплотехнического оборудования и тепловых установок.

### 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины:

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1	2	3	4	5	
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>					
ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Основные законы термодинамики и тепломассообмена.	Рассчитывать основные параметры теплотехнического оборудования и тепловых установок.	Навыками расчета и эксплуатации тепловых машин
		ОПК-1.2 Использует знание математических методов для решения стандартных задач в соответствии с направлением профессиональной деятельности	Основные математические методы для решения задач в агроинженерии	Применять математические методы при решении инженерных задач в агропромышленном комплексе	Методами расчета теплотехнического оборудования
ОПК-5	Готов к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Участвует в экспериментальных исследованиях по испытанию сельскохозяйственной техники	Процессы, происходящие при нагреве, охлаждении, тепло- и массообмене, конструкции тепловых машин, цель проведения эксперимента	Определять теплотехнические характеристики экспериментальными методами, проводить измерения и оценивать их результаты	Методиками проведения эксперимента и оценки его результатов
		ОПК-5.2 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний	Основные измерительные приборы и инструменты	Правильно использовать средства измерений	Методами обработки экспериментальных исследований

1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины (экзамен)

Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				2	3	4	5	
				Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»	
Характеристика сформированности компетенции								
			Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач		
Критерии оценивания								
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математики и естественных наук с	ОПК-1.1	Полнота знаний	Основные законы термодинамики и теплообмена.	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Предэкзаменационный тест; Теоретические вопросы экзаменационного задания; Контрольная работа
		Наличие умений	Рассчитывать основные параметры теплотехнического оборудования и тепловых установок..	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	
		Наличие навыков (владение опытом)	Навыками расчета и эксплуатации тепловых машин	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	

при- мене- нием инфор- маци- онно- ком- муни- каци- онных тех- ноло- гий	ОПК- 1.2	Полно- та зна- ний	Основные математи- ческие ме- тоды для решения задач в агроинже- нерии	Уровень зна- ний ниже ми- нимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, до- пущено мно- го негрубых ошибок	Уровень зна- ний в объеме, соответст- вующем про- грамме под- готовки, до- пущено не- сколько не- грубых оши- бок	Уровень зна- ний в объеме, соответст- вующем про- грамме под- готовки, без ошибок	
		Нали- чие умений	Применять математи- ческие ме- тоды при решении инженер- ных задач в агропро- мышленном комплексе	При решении стандартных задач не про- демонстриро- ваны основ- ные умения, имели место грубые ошибки	Продемон- стрированы основные умения, ре- шены типо- вые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в пол- ном объеме	Продемонст- рированы все основные умения, ре- шены все основные задачи с не- грубыми ошибками, выполнены все задания в полном объ- еме, но неко- торые с не- дочетами	Продемонст- рированы все основные умения, ре- шены все основные задачи с от- дельными несуществен- ными недоче- тами, выпол- нены все за- дания в пол- ном объеме	
		Нали- чие навы- ков (владение опы- том)	Методами расчета теплотех- нического оборудова- ния	При решении стандартных задач не про- демонстриро- ваны базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минималь- ный набор навыков для решения стандартных задач с не- которыми недочетами	Продемонст- рированы базовые на- выки при ре- шении стан- дартных за- дач с некото- рыми недоче- тами	Продемонст- рированы навыки при решении не- стандартных задач без ошибок и не- дочетов	
ОПК- 5 Го- тов к уча- стию в про- веде- нии экспе- римен- таль- ных иссле- дова- ний в про- фес- сио- наль- ной дея- тель- ности	ОПК- 5.1	Полно- та зна- ний	Процессы, проходя- щие при нагреве, охлажде- нии, тепло- и массооб- мене, кон- струкции тепловых машин, цель про- ведения экспери- мента	Уровень зна- ний ниже ми- нимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, до- пущено мно- го негрубых ошибок	Уровень зна- ний в объеме, соответст- вующем про- грамме под- готовки, до- пущено не- сколько не- грубых оши- бок	Уровень зна- ний в объеме, соответст- вующем про- грамме под- готовки, без ошибок	Предэк- замена- цион- ный тест; Теоре- тиче- ские вопросы экзаме- национ- ного зада- ния; Кон- троль- ная ра- бота
		Нали- чие умений	Определять теплотех- нические характери- стики экс- пери- менталь- ными мето- дами, про- водить из- мерения и оценивать их резуль- таты	При решении стандартных задач не про- демонстриро- ваны основ- ные умения, имели место грубые ошибки	Продемон- стрирова-ны основные умения, ре- шены типо- вые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в пол- ном объеме	Продемонст- рированы все основные умения, ре- шены все основные задачи с не- грубыми ошибками, выполнены все задания в полном объ- еме, но неко- торые с не- дочетами	Продемонст- рированы все основные уме- ния, решены все основные задачи с от- дельными несуществен- ными недоче- тами, выпол- нены все за- дания в пол- ном объеме	

		Наличие навыков (владение опытом)	Методиками проведения эксперимента и оценки его результатов	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов
	ОПК-5.2	Полнота знаний	Процессы, проходящие при нагреве, охлаждении, тепло- и массообмене, конструкции тепловых машин, цель проведения эксперимента	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
		Наличие умений	Определять теплотехнические характеристики экспериментальными методами, проводить измерения и оценивать их результаты	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
		Наличие навыков (владение опытом)	Методиками проведения эксперимента и оценки его результатов	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов

## 2. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ РАБОТЫ, СОДЕРЖАНИЕ И ТРУДОЁМКОСТЬ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Организационная структура, трудоемкость и план изучения дисциплины

Вид учебной работы	Трудоемкость, 108 час		
	семестр, курс*		
	очная / очно-заочная форма	заочная форма	
	6 сем.	4 курс	4 курс
<b>1. Аудиторные занятия, всего</b>	48	2	8

- лекции	20	2	2
- практические занятия (включая семинары)	-	-	-
- лабораторные работы	28	-	6
<b>2. Внеаудиторная академическая работа</b>	24	34	55
<b>2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:</b>			
Выполнение и сдача/защита индивидуального/группового задания в виде**			
- Контрольная работа «Расчет котельной установки для теплоснабжения предприятий»	5	7	12
- Контрольная работа «Анализ цикла двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты»	5	7	11
<b>2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы</b>	4	6	10
<b>2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям</b>	5	9	16
<b>2.4 Самоподготовка к участию и участие в контрольно-оценочных мероприятиях, проводимых в рамках текущего контроля освоения дисциплины (за исключением учтённых в пп. 2.1 – 2.2):</b>	5	5	6
<b>3. Получение зачёта по итогам освоения дисциплины</b>	-		-
<b>4. Подготовка и сдача экзамена по итогам освоения дисциплины</b>	36		9
<b>ОБЩАЯ трудоёмкость дисциплины:</b>			
<b>Часы</b>	108	36	72
<b>Зачетные единицы</b>	3	1	2
<i>Примечание:</i> * – <b>семестр</b> – для очной и очно-заочной формы обучения, <b>курс</b> – для заочной формы обучения; ** – КР/КП, реферата/эссе/презентации, контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), расчетно-графической (расчетно-аналитической) работы и др.;			

## 2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе

Номер и наименование раздела учебной дисциплины. Укрупнённые темы раздела	Трудоёмкость раздела и её распределение по видам учебной работы, час.								Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	№№ компетенций, на формирование которых ориентирован раздел
	Общая	Аудиторная работа				ВАРС				
		всего	лекции	практические (всех форм)	лабораторные	всего	Фиксированные виды			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Очная форма обучения</b>										
1	Теоретические основы теплотехники	26	20	10	-	10	6	3	Устный опрос	ОПК-1 ОПК-5
2	Основы тепло – и массообмена	22	16	6	-	10	6	2	Устный опрос	
3	Теплоэнергетические установки	18	12	4	-	8	6	3	Решение задач	
4	Тепловой режим сельскохозяйственных предприятий	6	0	0	-	0	6	2	Устный опрос	
	Промежуточная аттестация	36							Экзамен	
Итого по учебной дисциплине		108	48	20	-	28	24	10		
<b>Заочная форма обучения</b>										
1	Теоретические основы теплотехники	35	6	2	-	4	29	10	Конспект	ОПК-1 ОПК-5
2	Основы тепло – и массообмена	33	4	2	-	2	29	10	Конспект	
3	Теплоэнергетические установки	31	-	-	-	-	31	17	Конспект	
	Промежуточная аттестация	9							Экзамен	
Итого по учебной дисциплине		108	10	4	-	6	89	37		



### 3. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, УСЛОВИЯ ДОПУСКА К ЭКЗАМЕНУ

#### 3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося

Организация занятий по дисциплине носит циклический характер. По трем разделам предусмотрена взаимоувязанная цепочка учебных работ: лекция – самостоятельная работа обучающихся (аудиторная и внеаудиторная). На занятиях студенческая группа получает задания и рекомендации.

Для своевременной помощи обучающимся при изучении дисциплины кафедрой организуются индивидуальные и групповые консультации, устанавливается время приема выполненных работ.

Учитывая статус дисциплины к её изучению предъявляются следующие организационные требования;:

- обязательное посещение обучающимся всех видов аудиторных занятий;
- ведение конспекта в ходе лекционных занятий;
- качественная самостоятельная подготовка к лабораторным занятиям, активная работа на них;
- активная, ритмичная самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа обучающегося; своевременная сдача преподавателю отчетных документов по аудиторным и внеаудиторным видам работ;
- в случае наличия пропущенных обучающимся занятий, необходимо получить консультацию по подготовке и оформлению отдельных видов заданий.

Для успешного освоения дисциплины, обучающемуся предлагаются учебно-информационные источники в виде учебной, учебно-методической литературы по всем разделам.

#### 3.2 Условия допуска к экзамену по дисциплине

Экзамен является формой контроля, который выставляется обучающемуся согласно «Положения о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ», выполнившему в полном объеме все перечисленные в п.2-3 требования к учебной работе, прошедший все виды тестирования, выполнения реферата с положительной оценкой. В случае не полного выполнения указанных условий по уважительной причине, обучающемуся могут быть предложены индивидуальные задания по пропущенному учебному материалу.

### 4. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ

Для изучающих дисциплину читаются лекции в соответствии с планом, представленным в таблице 3.

Таблица 3 - Лекционный курс.

раздела	Номер лекции	Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час.		Используемые интерактивные формы
			Очная форма	Заочная форма	
1	1	Введение в теплотехнику	2	2	Лекция – дискуссия
		1. Основные понятия и определения.			
		2. Термодинамическая система.			
	2	Уравнение состояния	2		
		1. Уравнение состояния.			
		2. Газовые смеси.			
	3	3. Термодинамический процесс	2		
		1-й закон термодинамики			
1. Внутренняя энергия.					
4		2. Работа расширения, сжатия, работа и теплота.	2		
		3. Аналитическое выражение 1-го закона термодинамики для закрытых систем.			
		4. Теплоемкость, энтальпия, энтропия			
		Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах.			
		1. Изохорный процесс.	2		
		2. Изобарный процесс.			
		3. Изотермный процесс.			
		4. Адиабатный и политропный процессы.			

	5	2-й закон термодинамики	2		
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цикл Карно. Эквивалентный цикл Карно.</li> <li>2. Изменение энтропии в необратимых процессах.</li> <li>3. Термический КПД.</li> <li>4. Холодильный коэффициент.</li> <li>5. Эксергия. Эксергетический метод анализа термодинамических процессов.</li> <li>6. Циклы ДВС</li> </ol>			
2	6	Термодинамические процессы парообразования	2	2	
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Парообразование при постоянном давлении.</li> <li>2. Параметры состояния жидкости и пара.</li> <li>3. Процессы изменения состояния пара в диаграммах P-V, T-S, h-S</li> </ol>			
3	7	Роль тепло- и массообмена в сельскохозяйственных процессах	4		
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы передачи теплоты.</li> <li>2. Теплопроводность, закон Фурье.</li> <li>3. Конвективный теплообмен.</li> <li>4. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.</li> <li>5.</li> </ol>			
3	8	Паровые котлы	2		
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паровые котлы и их классификация.</li> <li>2. Технологическая схема производства пара на электростанциях.</li> </ol>			
3	9	Паротурбинные установки	2		
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схемы паротурбинных установок</li> <li>2. Основные параметры их работы</li> </ol>			
Общая трудоёмкость лекционного курса			20	4	x
Всего лекций по учебной дисциплине:		час	Из них в интерактивной форме:		час
- очная форма обучения		20	- очная форма обучения		4
- заочная форма обучения		4	- заочная форма обучения		-
<i>Примечания:</i>					
- материально-техническое обеспечение лекционного курса – см. Приложение 6.					
- обеспечение лекционного курса учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2					

## 5. ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО КУРСУ И ПОДГОТОВКА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ К НИМ

Лабораторные и практические занятия по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 4, 5.

Таблица 4 - Примерный тематический план лабораторных занятий по разделам учебной дисциплины

Номер		Тема лабораторной работы	Трудоёмкость ЛР, час.		Связь с ВАРС		Используемые интерактивные формы*
лабораторного занятия	лабораторной работы (ЛР)		очная форма	заочная форма	Предусмотрена самоподготовка к занятию +/-	Защита отчёта о ЛР во внеаудиторное время +/-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	Приборы для измерения давления	2	2	+	+	
1	2	2	Приборы для измерения температуры	2	-			
1	3	3	Определение показателя адиабаты	4	-	+	-	
2	4	4	Определение скорости потока	2	-	-	+	
3	5	5	Испытание компрессора	4	-	-	+	Проблемное обучение
2	6	6	Испытание теплообменника	4	2	+	-	
1	7	7	Исследование процесса парообразования по h-s - диаграмме	4	2	+	+	
2	8	8	Испытание воздушной сушилки. Анализ работы конвективной сушилки в h-d диаграмме	4	-	-	+	
2	9	9	Определение удельных теплоемкостей воздуха при постоянном давлении	2	-			Командная работа
Итого ЛР			Общая трудоёмкость ЛР	28	6	x		

\* название МООК, название ВУЗа-разработчика, название платформы и ссылка на курс (с указанием даты последнего обращения)

**Примечания:**

- материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – см. Приложение 6  
- обеспечение лабораторного практикума учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложение 1 и 2

Таблица 5 - Примерный тематический план практических занятий по разделам учебной дисциплины

Номер		Тема занятия/ Примерные вопросы на обсуждение (для занятий в формате семинарских)	Трудоёмкость по разделу, час.		Используемые интерактивные формы	Связь занятия с ВАРС*
раздела (модуля)	занятия		очная форма	заочная форма		
1	2	3	4	5	6	7
Всего практических занятий по учебной дисциплине:			час	Из них в интерактивной форме:	час	
- очная форма обучения			-	- очная форма обучения	-	
- заочная форма обучения			-	- заочная форма обучения	-	
В том числе в формате семинарских занятий:						
- очная форма обучения						
- заочная форма обучения						

\* Условные обозначения:

**ОСП** - предусмотрена обязательная самоподготовка к занятию; **УЗ СРС** - на занятии выдаётся задание на конкретную ВАРС; **ПР СРС** - занятие содержательно базируется на результатах выполнения обучающимися конкретной ВАРС; ...

**Примечания:**

- материально-техническое обеспечение практических занятий – см. Приложение 6  
- обеспечение практических занятий учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2

Подготовка обучающихся к лабораторным и практическим занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На лабораторных занятиях осуществляется входной и текущий аудиторный контроль в виде опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к лабораторным и практическим занятиям подразумевает выполнение домашнего задания к очередному занятию по заданиям преподавателя, выдаваемым в конце предыдущего занятия.

Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по дисциплине, внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

## **6. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные, лабораторные и практические занятия, обучающемуся следует учитывать изложенные ниже рекомендации. Обратите на них особое внимание при подготовке к аттестации.

Работа по теме прежде всего предполагает ее изучение по учебнику или пособию. Следует обратить внимание на то, что в любой теории, есть либо неубедительные, либо чересчур абстрактные, либо сомнительные положения. Поэтому необходимо вырабатывать самостоятельные суждения, дополняя их аргументацией, что и следует демонстрировать на семинарах. Для выработки самостоятельного суждения важным является умение работать с научной литературой. Поэтому работа по теме кроме ее изучения по учебнику, пособию предполагает также поиск по теме научных статей в научных журналах.

Самостоятельная подготовка предполагает использование ряда методов.

1. Конспектирование. Конспектирование позволяет выделить главное в изучаемом материале и выразить свое отношение к рассматриваемой автором проблеме.

Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания. Порядок конспектирования:

- а) внимательное чтение текста;
- б) поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- в) краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- г) выделение в записи наиболее значимых мест;
- д) запись на полях возникающих вопросов, понятий, категорий и своих мыслей.

2. Записи в форме тезисов, планов, аннотаций, формулировок определений. Все перечисленные формы помогают быстрой ориентации в подготовленном материале, подборе аргументов в пользу или против какого-либо утверждения.

3. Словарь понятий и категорий. Составление словаря помогает быстрее осваивать новые понятия и категории, увереннее ими оперировать. Подобный словарь следует вести четко, разборчиво, чтобы удобно было им пользоваться. Из приведенного в УМК глоссария нужно к каждому семинару выбирать понятия, относящиеся к изучаемой теме, объединять их логической схемой в соответствии с вопросами семинарского занятия.

### **Раздел 1. Термодинамика**

При изучении данного раздела необходимо уделить внимание рассмотрению следующих вопросов:

1. Уравнение состояния. Газовые смеси. Термодинамический процесс.
2. Законы термодинамики.
3. Сила давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность. Сила давления на цилиндрические поверхности. Центр давления. Гидростатический парадокс.
4. Термодинамические процессы парообразования.

### **Раздел 2. Тепло- массообмен**

При изучении данного раздела необходимо уделить внимание рассмотрению следующих вопросов:

1. Роль тепло- и массообмена в сельскохозяйственных процессах: Способы передачи теплоты.
2. Теплообмен излучением: законы Планка, Вина, Стефана – Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Вывод уравнения состояния.
2. Что понимается под газовыми смесями.
3. Понятие термодинамического процесса.
4. Основные законы термодинамики.
5. Основные силы давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность.
6. Термодинамические процессы парообразования.
7. Роль тепло- и массообмена в сельскохозяйственных процессах.
8. Аллювиальные почвы пойм.
9. Теплообмен излучением.

## 7. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ И ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ВАРС

### 7.1. Рекомендации по выполнению контрольной работы

Контрольная работа по темам: «Расчет котельной установки для теплоснабжения предприятий» и «Анализ цикла двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты» выдается преподавателем на последней лекции.

Обучающийся работает над контрольной работой самостоятельно. До выполнения контрольной работой ему выдается задание. После этого он приступает к поиску литературы, опубликованной по данной тематике. Правильный, корректный подбор литературы по необходимой тематике – это первый и важнейший этап выполнения контрольной работой. В случае неправильного подбора литературы у обучающегося может сложиться неверное мнение о состоянии рассматриваемого вопроса. Подобранная литература изучается в следующем порядке:

- знакомство с литературой, просмотр и выборочное чтение с целью получения общего представления о проблеме и структуре будущей работе;

- исследование необходимых источников, сплошное чтение отдельных работ, их изучение, конспектирование необходимого материала (при конспектировании в обязательном порядке указывается автор, название работы, место издания, издательство, год издания, страницы, последние изменения (если нормативный документ)).

Использованная литература может быть различного характера: нормативно-правовые документы, монографии, учебники, диссертации, авторефераты, статьи из журналов, газет, ресурсы сети Интернет и др.

При аттестации обучающегося по итогам его работы над контрольной работой руководителем используются критерии оценки качества процесса выполнения контрольной работой, критерии оценки содержания пояснительной записки, критерии оценки оформления контрольной работой, критерии оценки участия обучающегося в контрольно-оценочном мероприятии. Оценка по контрольной работой расписывается преподавателем на обороте титульного листа.

### ПРИМЕР ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Исходные данные

№ варианта	Режимы работы												
	котлоагрегата						ПСУ				экономайзера		
	$t_1^T$	$t_2^T$	$t_1^K$	$t_2^K$	$t_1^{\text{ЭК}}$	$t_2^{\text{ЭК}}$	$N_T$	$d_o$	$W_K$	$t_{\text{ДВ}}$	$W_{\text{ЭК}}$	$B$	$K$
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[кВт]	кг/(кВт·ч)	мм рт. ст.	[°C]	мм вод. ст.	мм рт. ст.	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
1	1200	850	850	650	650	250	300	6,0	550	15	35	745	29
2	1300	1150	1150	800	800	450	700	6,1	560	16	36	745	30
3	1100	850	850	650	650	300	900	6,2	570	17	37	740	31
4	1000	800	800	650	650	350	1000	6,3	580	18	38	735	32
5	1200	900	900	650	650	300	1200	6,4	590	19	39	750	34
6	1100	900	900	650	650	250	1500	6,5	600	20	40	745	32
7	1000	750	750	500	500	300	200	6,6	610	21	41	747	38
8	950	750	750	600	600	300	2500	6,0	550	22	42	740	40
9	1200	850	850	600	600	300	3000	6,1	560	15	43	735	42
10	1100	800	800	500	500	300	300	6,2	570	16	44	750	44
11	1200	800	800	600	600	200	650	6,3	580	17	45	755	29
12	1100	800	800	400	400	200	850	6,4	590	18	46	745	31
13	950	700	700	450	450	250	950	6,5	600	19	47	735	33
14	1200	900	900	500	500	250	1000	6,6	610	20	48	745	35
15	1100	800	800	400	400	300	1200	6,0	620	21	49	745	37
16	1050	950	950	500	500	300	1300	6,1	630	22	50	745	39
17	1000	800	800	400	400	300	1800	6,2	590	23	45	745	38
18	1200	800	800	600	600	300	2000	6,3	580	15	46	745	36
19	1100	900	900	500	500	300	250	6,4	570	16	47	740	34
20	1050	800	800	600	600	250	700	6,5	560	17	48	740	32
21	1000	800	800	500	500	300	800	6,6	550	18	49	750	40
22	950	750	750	500	500	300	950	6,0	540	19	50	750	28
23	1000	800	800	500	500	200	1200	6,1	600	20	51	752	29
24	1200	1000	1000	800	800	200	1500	6,2	610	21	52	752	30
25	950	600	600	400	400	200	1300	6,3	600	22	53	747	35

26	1100	900	900	500	500	300	900	6,4	620	14	54	737	36
27	950	750	750	600	600	300	900	6,2	570	17	36	745	30
28	1200	850	850	600	600	300	1000	6,3	580	18	37	740	31
29	1100	800	800	500	500	300	1200	6,4	590	19	38	735	32
30	1200	800	800	600	600	200	1500	6,5	600	20	39	750	34
31	1100	800	800	400	400	200	200	6,6	610	21	40	745	32
32	950	750	750	500	500	300	2500	6,0	550	22	41	747	38

### 7.1.1 ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ контрольной работы

Критерии оценки выполнения контрольной работой:

Защита контрольной работы служит формой проверки успешного выполнения обучающимися заданий к контрольной работе, усвоения учебного материала.

Защита проводится в соответствии с графиком самостоятельной работы, до начала зачетной и экзаменационной сессии. Защита принимается преподавателем, проводившим практические или лабораторные занятия группы или читающим лекции по данному курсу.

Отметка «зачтено» выставляется в случае успешного выполнения заданий контрольной работы, правильного оформления пояснительной записки, положительного ответа на вопросы по теме контрольной работы.

### 7.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем

#### ВОПРОСЫ для самостоятельного изучения

- 1) Первый закон термодинамики.
- 2) Второй закон термодинамики.
- 3) Третий закон термодинамики.
- 4) Политропный процесс.
- 5) Изобарный процесс.
- 6) Изотермный процесс.
- 7) Изобарный процесс.
- 8) Изохорный процесс.
- 9) Теплоэнергетические установки.
- 10) Тепловой режим сельскохозяйственных предприятий.

#### Общий алгоритм самостоятельного изучения темы

1) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературой и электронными ресурсами по теме (ориентируясь на вопросы для самоконтроля).
2) На этой основе составить развёрнутый план изложения темы.
3) Выбрать форму отчетности конспектов (план – конспект, текстуральный конспект, свободный конспект, конспект – схема).
2) Оформить отчётный материал в установленной форме в соответствии методическими рекомендациями.
3) Провести самоконтроль освоения темы по вопросам, выданным преподавателем.
4) Предоставить отчётный материал преподавателю по согласованию с ведущим преподавателем.
5) Подготовиться к предусмотренному контрольно-оценочному мероприятию по результатам самостоятельного изучения темы.
6) Принять участие в указанном мероприятии, пройти рубежное тестирование по разделу на аудиторном занятии и заключительное тестирование в установленное для внеаудиторной работы время.

#### 7.2.1 Шкала и критерии оценивания самостоятельного изучения тем

- «зачтено» выставляется обучающемуся, если он оформил отчетный материал в виде конспекта, ясно, четко, логично и грамотно излагает тему: выделил основные моменты, приводит практические примеры по теме, четко излагает выводы;

- «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он не оформил отчетный материал в виде конспекта, не соблюдает требуемую форму изложения материала, не выделяет основные понятия и не представляет практические примеры.

### 7.3 Самоподготовка к лабораторным и практическим занятиям

Практические и лабораторные занятия имеют большое значение в учебном процессе. На этих занятиях обучающиеся учатся самостоятельно решать практические задачи, развивают навыки работы с нормативными материалами, углубляют свои теоретические знания.

Практическое и лабораторное занятие проводится по специальному плану-заданию, которое содержится в учебных книгах, учебно-методических материалах.

Рекомендуется составить план подготовки к занятию. Это не значит, что нужно обязательно составлять письменный документ. Достаточно, чтобы этот план, как говорится, «твердо сидел в голове». Иными словами, необходимо хорошо знать теорию вопроса, который является предметом рассмотрения на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию должна найти отражение в записях, желательно в той же тетради, посвященной данному предмету.

На занятии преподаватель может дать новые дополнительные задания, которые нужно решить здесь же и тем самым проверить, насколько глубоко освоены теоретические вопросы по теме и нормативный материал.

## ВОПРОСЫ

### для самоподготовки по темам лабораторных занятий

1. Чему равен коэффициент  $\beta = \frac{1}{v} \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$  термического расширения для идеального газа?

2. Чему равен коэффициент  $\beta_T = -\frac{1}{v} \left( \frac{\partial v}{\partial p} \right)_T$  изотермической сжимаемости для идеального газа?

3. Чему равен коэффициент  $\gamma = \frac{1}{p} \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v$  термической упругости для идеального газа?

4. В сосуде вместимостью  $0,25 \text{ м}^3$  при температуре  $T=320\text{K}$  содержится  $26,824 \text{ кг}$  углекислого газа ( $\mu_{\text{CO}_2} = 44 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$ ,  $R_\mu = 8314 \frac{\text{Дж}}{\text{кмоль К}}$ ). Эксперимент дает, что давление газа в этих условиях равно  $p=6$

МПа. Какую ошибку в процентах даст вычисление этого давления в предположении, что газ  $\text{CO}_2$  идеальный?

5. Найти разложение коэффициента сжимаемости  $Z = \frac{pv}{RT}$  по степеням плотности

$Z = 1 + B\rho + C\rho^2 + D\rho^3 + \dots$  для газа, удовлетворяющего уравнению Ван-дер-Ваальса

$$p = \frac{RT}{v-a} - \frac{a}{v^2}.$$

6. Сухой воздух состоит из 23% кислорода и 77% азота ( $\mu_{\text{O}_2} = 32 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$ ,  $\mu_{\text{N}_2} = 28,15 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$ ,  $R_\mu = 8314 \frac{\text{Дж}}{\text{кмоль К}}$ ). Найти состав воздуха по объему и его газовую постоянную  $R_{\text{см}}$ .

7. Имеется эмпирическая зависимость молярной теплоемкости (при постоянном давлении) кислорода от температуры  $\mu_{c_p} = 31 + 3 \cdot 10^{-3} T - 4 \cdot 10^{-5} T^2 \left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль К}} \right]$ , применяемая в температурном диапазоне  $[398\text{K}, 3000\text{K}]$ . Определить показатель адиабаты кислорода при температуре  $T=1000\text{K}$ .

8. Найти количество теплоты, необходимое для нагревания двух киломолей азота от  $400\text{K}$  до  $500\text{K}$  при постоянном давлении, используя зависимость  $\mu_{c_p} \Big|_{298\text{K}}^T = 28,5 + 2 \cdot 10^{-3} T \left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль К}} \right]$ , справедливую до

температуры  $T=1000\text{K}$ . Найти среднюю теплоемкость  $c_p \Big|_{400\text{K}}^{500\text{K}}$ .

### 7.3.1 Шкала и критерии оценивания самоподготовки по темам лабораторных занятий

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся оформил отчетный и смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся неаккуратно оформил отчетный материал и не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы.

## 8. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ И ТЕКУЩИЙ (ВНУРИСЕМЕСТРОВЫЙ) КОНТРОЛЬ ХОДА И РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 8.1 Вопросы для входного контроля

Входной контроль проводится в рамках первого лекционного занятия с целью выявления реальной готовности к освоению данной дисциплины за счёт знаний и умений, сформированных в старших классах средней школы на уроках физики. Входной контроль разрабатывается при подготовке рабочей программы учебной дисциплины. Входной контроль проводится в форме тестирования. Тест включает вопросы по дисциплине Б1.Б.06 Физика.

#### 8.1.1 Шкала и критерии оценивания ответов на вопросы входного контроля

- «зачтено», если тестирование сдано на 60 % и более.
- «не зачтено» - менее 60 %.

### 8.2. Текущий контроль успеваемости

В течение семестра, проводится текущий контроль успеваемости по дисциплине, к которому обучающийся должен быть подготовлен.

Отсутствие пропусков аудиторных занятий, активная работа на лабораторных и практических занятиях, общее выполнение графика учебной работы являются основанием для получения положительной оценки по текущему контролю.

Текущий контроль осуществляется на лабораторных занятиях и направлен на выявление знаний и уровня сформированности элементов компетенций по конкретной теме. Результаты текущего контроля позволяют скорректировать дальнейшую работу, обратиться к слабо усвоенным вопросам, обратить внимание на пробелы в знаниях обучающихся.

Текущий контроль проводится также и в форме тестирования.

#### 8.2.1 Шкала и критерии оценивания ответов на вопросы текущего контроля

- «зачтено», если тестирование сдано на 60 % и более.
- «не зачтено» - менее 60 %.

## 9. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ (СЕМЕСТРОВАЯ) АТТЕСТАЦИЯ

<b>9.1 Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:</b>	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
<b>9.2 Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины для экзамена</b>	
<b>Цель промежуточной аттестации -</b>	установление уровня достижения каждым обучающимся целей обучения по данной дисциплине, изложенных в п.1.1 настоящего документа
<b>Форма промежуточной аттестации -</b>	экзамен
<b>Место экзамена в графике учебного процесса:</b>	1) подготовка к экзамену и сдача экзамена осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на экзаменационную сессию для обучающихся, сроки которой устанавливаются приказом по университету
	2) дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом выпускающего факультета
<b>Форма экзамена -</b>	<i>письменный</i>
<b>Время проведения экзамена</b>	Дата, время и место проведения экзамена определяется графиком сдачи экзаменов, утверждаемым деканом факультета
<b>Экзаменационная программа по учебной дисциплине:</b>	1) представлена в фонде оценочных средств по дисциплине 2) охватывает разделы 1-4 (в соответствии с п. 2.2 настоящего документа)
<b>Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:</b>	представлены в фонде оценочных средств по дисциплине

### Процедура проведения экзамена

Основные условия получения обучающимся экзамена:



1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине;

2) прошёл заключительное тестирование.

*Плановая процедура получения обучающимся экзамена:*

- 1) За период обучения сданы отчеты по всем лабораторным, практическим занятиям;
- 2) На последнем практическом занятии обучающийся сдаёт контрольную работу;
- 3) В период зачётной недели обучающийся сдаёт тестирование;

В период зачётной недели обучающийся сдаёт имеющиеся задолженности по дисциплине

### **9.3. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины**

По итогам изучения дисциплины, обучающиеся проходят заключительное тестирование. Тестирование является формой контроля, направленной на проверку знаний, владение современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

#### **9.3.1 Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины**

Тестирование осуществляется по всем темам и разделам дисциплины, включая темы, выносимые на самостоятельное изучение.

Процедура тестирования ограничена во времени и предполагает максимальное сосредоточение обучающегося на выполнении теста, содержащего несколько тестовых заданий.

Тест включает в себя 30 вопросов. Время, отводимое на выполнение теста - 30 минут. В каждый вариант теста включаются вопросы в следующем соотношении: закрытые (одиночный выбор) – 25-30%, закрытые (множественный выбор) – 25-30%, открытые – 25-30%, на упорядочение и соответствие – 5-10%

## Бланк теста

Образец

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

### Тестирование по итогам освоения дисциплины «Теплотехника» Для обучающихся направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия

ФИО \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Уважаемые обучающиеся!

Прежде чем приступить к выполнению заданий внимательно ознакомьтесь с инструкцией:

1. Отвечая на вопрос с выбором правильного ответа, правильный, на ваш взгляд, ответ (ответы) обведите в кружок.
2. В заданиях открытой формы впишите ответ в пропуск.
3. В заданиях на соответствие заполните таблицу.
4. В заданиях на правильную последовательность впишите порядковый номер в квадрат.

4. Время на выполнение теста – 30 минут

5. За каждый верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.

Максимальное количество полученных баллов 30.

Желаем удачи!

### Вариант № 1

1. Явление переноса массы вещества называется:

Укажите **один вариант ответа**

- 1) диффузией,
- 2) релаксацией,
- 3) теплопроводностью,
- 4) вязкостью,
- 5) теплоотдачей

2. Процесс выравнивания параметров в изолированной системе называется:

Укажите **один вариант ответа**

- 1) диффузией,
- 2) релаксацией,
- 3) теплопроводностью,
- 4) вязкостью,
- 5) теплоотдачей.

### 9.3.2 Шкала и критерии оценивания

**ответов на тестовые вопросы тестирования по итогам освоения дисциплины**

- «зачтено», если тестирование сдано на 60 % и более.

- «не зачтено» - менее 60 %.

### 9.4 Перечень примерных вопросов к экзамену

1. Термодинамической системы, их классификация. Примеры изолированных, закрытых (замкнутых), адиабатных и термомеханических систем.

2. Параметры состояния термодинамических систем. Интенсивные и экстенсивные макропараметры. Стационарные и нестационарные, равновесные и неравновесные состояния. Время релаксации. Основные термодинамические параметры, единицы их измерения.

3. Общее понятие об уравнении состояния. Дифференциальное уравнение состояния. Коэффициенты термического расширения, изотермической сжимаемости, термической упругости.
4. Критерий устойчивости равновесного состояния системы. Коэффициент сжимаемости. Уравнения состояния идеального газа (Клапейрона, Клапейрона-Менделеева).
5. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса,  $v$ -диаграмма, критическая точка. Характеристика реальной докритической изотермы. Пограничные кривые, разделяющие жидкую и газообразную фазы рабочего тела.
6. Вывод формул для вычисления констант  $R$ ,  $a$ ,  $b$  через параметры в критической точке и приведение уравнения Ван-дер-Ваальса к безразмерному виду.
7. Диаграммы и их использование. Принцип Ван-дер-Ваальса (закон соответственных состояний) для термодинамически подобных газов.
8. Смеси идеальных газов. Объемные, молярные и массовые доли.
9. Парциальное давление и объем, законы Дальтона и Амага. Формулы вычисления параметров и газовых постоянных смеси по заданным параметрам компонент.
10. Теплоемкость идеальных газов и их смесей. Массовая, молярная и объемная теплоемкости. Изобарная и изохорная теплоемкости, уравнение Майера. Показатель адиабаты.
11. Вычисление средних теплоемкостей в заданном интервале температур.
12. Зависимость молярной теплоемкости от степеней свободы молекул и температуры.
13. Понятие термодинамического процесса. Квазистатические (равновесные) процессы. Обратимый и необратимый процессы.
14. Уравнения обмена энергией в форме работы и теплоты. Энтропия как обобщенная координата для абсолютной температуры. Изотермный и изоэнтропный (адиабатный) процессы классической равновесной термодинамики.
15. Основные термодинамические функции. Функции линии (процесса) и функции состояния. Количество теплоты, работа, внутренняя энергия, энтальпия и энтропия.
16. Первое начало термодинамики. Располагаемая (полезная внешняя или техническая) работа. Понятие вечного двигателя первого рода. Основные формулировки первого закона термодинамики.
17. Изменение удельных внутренней энергии, энтальпии и энтропии в идеальном газе. Вывод уравнения Майера.
18. Второе начало термодинамики в формулировке Больцмана. Понятие вечного двигателя второго рода. Другие формулировки первого закона термодинамики.
19. Аналитическая формулировка второго закона термодинамики. Изменение энтропии при взаимодействии с окружающей средой и протекании внутри нее необратимых процессов (релаксация).
20. Вывод формулы изменения энтропии в обратимом процессе
21. Политропный процесс. Вывод уравнения политропы. Показатель политропы. Изоэнтропный, изотермический, изобарный и изохорический процессы.
22. Понятие о круговом процессе (цикле). Прямые и обратные циклы. Термический КПД и среднее давление цикла.
23. Холодильные установки и тепловые насосы. Термический КПД, холодильный и отопительный коэффициенты.
24. Цикл Карно, его  $v$ - и  $sT$ -диаграммы. Термический КПД для цикла Карно.
25. Термодинамические процессы с водяным паром. Температура насыщения. Насыщенный и перегретый пар. Процессы парообразования при испарении и кипении. Скрытая теплота парообразования.
26. Производство водяного пара. Процесс парообразования на  $v$ -диаграмме. Основные этапы парообразования.
27. Процесс парообразования на  $sT$ -диаграмме. Степень сухости пара. Вывод формулы для энтропии перегретого пара.
28.  $sh$ -диаграмма (диаграмма Молье) и ее применение при расчете процессов с водяным паром.
29. Основные процессы с водяным паром (изобарный, изотермный, изохорный, изоэнтропный).
30. Принципиальная схема паросиловой установки. Определение температуры смеси добавочной воды и конденсата паровой турбины.
31. Определение КПД котлоагрегата. Расчет площади поверхности экономайзера.
32. Анализ цикла ДВС со смешанным подводом теплоты. Определение его полезной работы и КПД.
33. Показатель адиабаты и методы его определения с помощью эксперимента.
34. Необратимые термодинамические процессы (расширение газа в вакуум, смешение газов).
35. Понятие эксергии. Представление эксергии рабочего тела графически на  $v$ - и  $sT$ -диаграммах. Эксергический анализ адиабатных процессов.
36. Теплообмен. Перенос теплоты в неоднородном температурном поле. Теплопроводность, конвекция, теплообмен излучением. Смешанные виды теплообмена (конвективный теплообмен, теплоотдача, теплопередача, радиационно-кондуктивный теплообмен, радиационно-конвективный теплообмен).

37. Числовые характеристики процесса теплообмена. Температура в точке, изотермическая поверхность, температурное поле, перепад температур, средний градиент температуры, истинный градиент температур, количество теплоты, тепловой поток, вектор плотности теплового потока, его проекция на произвольное направление.

38. Явления переноса: теплопроводность, диффузия, вязкость. Тройная аналогия в явлениях переноса.

39. Перенос теплоты теплопроводностью. Закон Био-Фурье.

40. Теплопроводность газов жидкостей и металлов. Теплоизоляционные материалы.

41. Конвективный теплообмен. Неоднородное поле плотностей. Свободная (естественная) и вынужденная конвекции.

42. Молекулярный и молярный (конвективный) переносы теплоты. Закон Ньютона. Коэффициент конвективной теплоотдачи.

43. Процесс конвективной сушки. Принципиальная схема сушильного агрегата. Расчет параметров теплоносителя и материала сушки с использованием  $h\delta$ -диаграммы.

44. Теплообменные аппараты. Теплопередача в рекуперативных теплообменниках. Прямоточные и противоточные теплообменники и их КПД.

45. Тепловое излучение. Давление электромагнитного излучения. Гипотеза «фотонного газа».

46. Определение термического КПД цикла Карно, рабочим телом для которого является «фотонный газ». Зависимость плотности излучения от температуры.

47. Дифференциальные уравнения переноса теплоты.

48. Уравнения сохранения энергии. Дифференциальные уравнения теплопроводности и их частные случаи. Коэффициент температуропроводности. Уравнение Лапласа.

49. Массообмен. Бинарная диффузия. Уравнение Чепмена-Коллинга.

50. Закон Фика. Диффузия в движущейся среде. Термодиффузия и диффузионный перенос теплоты.

### Бланк экзаменационного билета

Образец

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

### Экзаменационный билет № 01

По дисциплине **Б1.О.15 Теплотехника**

1. Термодинамической системы, их классификация. Примеры изолированных, закрытых (замкнутых), адиабатных и термомеханических систем.
2. Производство водяного пара. Процесс парообразования на  $p$ - $v$ -диаграмме. Основные этапы парообразования.
3. Сухой воздух по массе состоит из 23% кислорода и 77% азота ( $\mu_{O_2} = 32 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$ ,  $\mu_{N_2} = 28,15 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$ ,  $R_{\mu} = 8314 \frac{\text{дж}}{\text{кмоль K}}$ ). Найти состав воздуха по объему и его газовую постоянную  $R_{\text{см}}$ .

#### 9.4.1 Шкала и критерии оценивания

##### ответов на вопросы промежуточного контроля

Результаты экзамена определяют оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляют в день экзамена.

Оценку «отлично» выставляют обучающемуся, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Обучающемуся необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала, быстро ориентироваться, отвечая на дополнительные вопросы. Обучающийся должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, твердо знающий программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагающий его. Не следует допускать существенных неточностей при ответах на вопросы, необходимо правильно применять теоретические положения при решении практических задач, владеть определенными навыками и приемами их выполнения.

Оценку «удовлетворительно» получает обучающийся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, испытывает затруднения при решении практических задач. В ответах на поставленные вопросы обучающимся допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки, нарушена последовательность в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» говорит о том, что обучающийся не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практиче-

ские задачи или решает их с затруднениями.

**Выставление оценки осуществляется с учетом описания показателей, критериев и шкал оценивания компетенций по дисциплине, представленных в таблице 1.2**

## 10. УЧЕБНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с действующими государственными требованиями для реализации учебного процесса по дисциплине обеспечивающей кафедрой разрабатывается и постоянно совершенствуется учебно-методический комплекс (УМКД), соответствующий данной рабочей программе и прилагаемый к ней. При разработке УМКД кафедра руководствуется установленными университетом требованиями к его структуре, содержанию и оформлению. В состав УМКД входят перечисленные ниже и другие источники учебной и учебно-методической информации, средства наглядности.

Электронная версия актуального УМКД, адаптированная для обучающихся, выставляется в информационно-образовательной среде университета.

<b>ПЕРЕЧЕНЬ литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины</b>	
<b>Автор, наименование, выходные данные</b>	<b>Доступ</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Круглов Г. А. Теплотехника : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-5553-9. — Текст : электронный. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/143117">https://e.lanbook.com/book/143117</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Керученко Л. С. Теплотехника / Л. С. Керученко. — Омск : Омский ГАУ, 2014. — 148 с. — ISBN 978-5-89764-372-1. — Текст : электронный. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/58818">https://e.lanbook.com/book/58818</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Круглов Г.А. Теплотехника: учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 207, [1] с.	Библиотека Тарского филиала ФГБОУ ВО Омский ГАУ
Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст : электронный. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/96253">https://e.lanbook.com/book/96253</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Инженерные технологии и системы : научный журнал. – Москва. – ISBN 2658-4123 - Текст электронный. - URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
Журнал технических исследований : сетевой научный журнал. – Москва: ИНФРА-М. – ISBN 2500-3313 - Текст электронный. - URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>