

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

«Утверждаю»
 Декан факультета технологии
 и товароведения
 доцент
 Королькова Н.В. 
 « 29 » 10 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
 по дисциплине Б1.Б.15 «Тепло- и хладотехника» для направления 19.03.02 – «Продукты питания из растительного сырья» профиль подготовки «Технология жиров эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов»,
 прикладной бакалавриат

квалификация выпускника бакалавр

Факультет технологии и товароведения

Кафедра Процессы и аппараты перерабатывающих производств

Форма обучения	Всего зач. ед./часов	курс	семестр	лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект	Самостоятельная работа	зачет	Экзам./мен/(семестр/часы)
очная	3/108	III	V	14	-	-	38	-	20	-	V/36
заочная	3/108	II	IV	6	-	-	10	-	56	-	IV/36

Программу подготовила: кандидат с/х наук, доцент кафедры «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»  Бутова С.В.

Страница 2 из 22

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», утвержденного приказом № 211 от 12 марта 2015 г.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» (протокол № 2 от 02.10 2015г.)

Заведующий кафедрой  Н.В. Королькова

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета технологии и товароведения (протокол № 2 от 27.10 2015г)

Председатель методической комиссии  А.А. Колобаева

1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

Дисциплина "Тепло- и хладотехника" освещает развитие науки и техники в логической последовательности, от незнания к знанию, от простого к сложному, от свойств материи к закономерностям процессов, связанных с тепловой и другими формами ее движения. Дисциплина "Тепло- и хладотехника" является теоретической основой всех теплотехнических процессов, поэтому рассматриваемые в ней положения универсальны.

Учебная дисциплина "Тепло- и хладотехника" Б.1.Б.15 предназначена для обучающихся по программе подготовки бакалавра по направлению «Продукты питания из растительного сырья» и входит в базовую часть Б.1. профессионального цикла (ПЦ) учебного плана. Программа дисциплины «Тепло- и хладотехника» предназначена для освоения студентами 3 курса. Изучение дисциплины требует знания, полученные при освоении ранее изученных дисциплин «Математика», «Информатика», «Физика», «Прикладная механика».

Данная дисциплина необходима для успешного освоения дисциплин: «Процессы и аппараты пищевых производств», «Физико-химические основы и общие принципы переработки растительного сырья», «Системы управления технологическими процессами и информационные технологии», «Оборудование масложировой промышленности», «Основы систем автоматизированного проектирования».

Предметом изучения являются основные законы термодинамики и теплообмена, термодинамические процессы и циклы, свойства рабочих тел, основы расчета теплообменных аппаратов, холодильные установки, использование теплоты в отрасли.

Дисциплина изучает основы технической термодинамики, основные параметры и уравнения состояния, теплоту и работу как формы передачи энергии, теплоемкость, газовые смеси рабочих тел, 1 и 2-ой законы термодинамики, термодинамические основы холодильных циклов, основные элементы холодильных машин; основы теории теплообмена, теплопроводность, конвективный теплообмен излучением, теплоотдача, теплопередача, пути интенсификации процесса теплопередачи, теплообменные аппараты, основы теплового расчета.

Целью изучения дисциплины является подготовка бакалавра, направленная на формирование, во-первых, способности выбирать и осуществлять приемы нагревания, охлаждения и кондиционирования, удовлетворяющие требованиям экономичности, безопасности, комфортности, экологичности, во-вторых, мировоззрения, опирающегося на современное содержание понятий работы и теплопритока и на особенности их взаимопревращения, а также на принцип односторонности реальных процессов.

Основные задачи дисциплины – изучение основных законов термодинамики и теории теплообмена, характера изменения термодинамических свойств водяного пара и хладагентов в области состояний влажного пара и за ее пределами, а также влажного воздуха; ознакомление с устройством применяемых теплообменных аппаратов, холодильных машин, принципами выбора оптимальных режимов тепловых процессов и методами расчета определяющих размеров аппаратов.

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

Компетенции		Планируемые результаты обучения
код	название	
ПК-24	способностью пользоваться нормативными документами, определяющими требования при проектировании пищевых предприятий; участвовать в сборе исходных данных и разработке проектов предприятий по выпуску продуктов питания из растительного сырья	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - требования НТД, предъявляемые к теплообменному оборудованию при разработке проектов производств по выпуску продуктов питания из растительного сырья. <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - работать со справочной и технической литературой; - собирать и обрабатывать исходные данные, на основании которых производится подбор теплообменного оборудования, необходимого для проектирования предприятий по выпуску продуктов питания из растительного сырья <p>Иметь навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> - пользования методическими и нормативными материалами, стандартами и техническими условиями на основные аппараты тепло- и хладотехники.
ПК-27	способностью обосновывать и осуществлять технологические компоновки, подбор оборудования для технологических линий и участков производства продуктов питания из растительного сырья	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы и прикладное значение тепло- и хладотехники в объеме, необходимом для понимания технологии продуктов питания из растительного сырья; - основные методы расчета тепло- и массообменной аппаратуры. <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать знания и понятия тепло- и хладотехники в профессиональной деятельности; - выполнять технологические и тепловые расчеты тепло- и массообменных аппаратов; - подбирать типовое оборудование (по ГОСТ). <p>Иметь навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчетов на основе знаний тепло- и хладотехники, а также подбора оборудования для систем производства продуктов питания из растительного сырья на предприятии.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма обучения		Заочная форма обучения
	Всего зач. ед./часов	Объем часов	Всего часов
		V семестр	II курс
Общая трудоемкость дисциплины	3/108	3/108	3/108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) всего, в т.ч.	52	52	16
Аудиторная работа:	52	52	16
Лекции	14	14	6
Практические занятия	–	–	–
Семинары	–	–	–
Лабораторные работы	38	38	10
Другие виды аудиторных занятий			
Самостоятельная работа обучающихся, час, в т.ч.	20	20	56
Подготовка к аудиторным занятиям	20	20	56
Выполнение курсовой работы (курсового проекта)	–	–	–
Подготовка и защита рефератов, расчетно-графических работ	–	–	–
Другие виды самостоятельной работы (контрольная работа)	–	–	–
Экзамен/часы	36	36	36
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен	экзамен

4. Содержание дисциплины.

4.1 Разделы дисциплины, виды занятий (тематический план)

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	СЗ	ПЗ	ЛР	СР
Очная форма обучения						
1	Основные понятия и определения термодинамики.	1	-	-	6	4
2	Первый закон термодинамики.	2	-	-	2	1,5
3	Второй закон термодинамики.	2	-	-	-	1
4	Термодинамические процессы рабочих тел	2	-	-	-	1,5
5	Влажный воздух	2	-	-	4	1,5
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.		-	-	2	1,5
7	Основные положения теплопроводности	1	-	-	2	1,5
8	Основные положения конвективного теплообмена	1	-	-	4	3
9	Теплообмен излучением и теплопередача	1	-	-	10	1,5
10	Основы холодильной техники	2	-	-	8	3

Всего		14	-	-	38	20
№ п/п	Заочная форма обучения	Л	СЗ	ПЗ	ЛР	СР
1	Основные понятия и определения термодинамики.	2	-	-	2	6
2	Первый закон термодинамики.	-	-	-	-	5
3	Второй закон термодинамики.	-	-	-	-	5
4	Термодинамические процессы рабочих тел	-	-	-	-	5
5	Влажный воздух	-	-	-	2	6
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	-	-	-	-	2
7-8	Основные положения теплопроводности. Основные положения конвективного теплообмена.	-	-	-	-	8
9	Теплообмен излучением и теплопередача	2	-	-	4	7
10	Основы холодильной техники	2	-	-	2	12
Всего		6	-	-	10	56

4.2. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Основные понятия и определения термодинамики

1.1 Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы).

1.2 Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости.

Раздел 2. Первый закон термодинамики

Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. PV и TS диаграммы.

Раздел 3. Второй закон термодинамики

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Виды эксергии.

Раздел 4. Термодинамические процессы рабочих тел

4.1. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел.

Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение в координатах PV и TS. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный – частные случаи политропного процесса.

4.2. Термодинамические процессы в реальных газах и парах.

Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в PV и TS координатах. Водяной пар. Понятие об уравнении Вукаловича - Новикова. Уравне-

ние Боголюбова - Майера. Термодинамические таблицы воды и водяного пара, PV, TS, IS, диаграммы водяного пара.

Раздел 5. Влажный воздух

Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха. Id – диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).

Раздел 6. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.

Основные положения. Уравнение истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля - Томпсона.

Раздел 7. Основные положения теплопроводности

Предмет и задачи теории теплообмена. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение.

Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизмы передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент теплопроводности.

Раздел 8. Основные положения конвективного теплообмена

8.1. Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.

8.2. Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Критериальные уравнения. Определяющие критерии.

8.3. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплообмен при движении жидкости вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое.

Конвективный теплообмен в каналах. Теплообмен в трубах при течении теплоносителей с переменными теплофизическими свойствами. Теплоотдача при ламинарном, переходном и турбулентном режимах течения.

Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб, коридорно и шахматно расположенных. Критериальные уравнения.

8.4. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Теплообмен при кипении; механизм процесса при пузырьковом и пленочном режимах кипения. Кризисы кипения. Теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении жидкости в большом объеме. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи.

Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсации. Теплоотдача при конденсации чистых паров. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации чистых паров и паров из паровых смесей.

Раздел 9. Теплообмен излучением и теплопередача

9.1. Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов.

9.2. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую, и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации про-

цесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов.

Раздел 10. Основы холодильной техники

Теоретические основы искусственного охлаждения. Хладагенты и их свойства. Теоретические циклы и схемы паровых компрессионных холодильных машин. Виды компрессоров. Компрессионные и абсорбционные холодильные машины. Теплообменная аппаратура. Холодильные агрегаты.

4.3. Перечень тем лекций.

№ п/п	Тема лекции	Объем, ч	
		форма обучения	
		очная	заочная
1	2	3	4
1	Термодинамическая система. Основные параметры состояния рабочего тела. Уравнение состояния идеальных газов. Теплоемкость.	1	2
2	Первый закон термодинамики. Энтальпия. Внутренняя энергия. Энтропия.	1	-
3	Второй закон термодинамики Термодинамические циклы тепловых машин. Циклы Карно и анализ их свойств.	2	-
4	Основные термодинамические процессы. Свойства реальных газов. Водяной пар. I, s – диаграмма состояния водяного пара.	2	-
5	Влажный воздух. Диаграмма Рамзина. Процессы изменения состояния влажного воздуха.	2	-
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	1	-
7	Теплопроводность. Закон Фурье. Механизмы передачи теплоты.	1	-
8	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплообмен при изменении агрегатного состояния.	1	-
9	Общие сведения о тепловом излучении. Основные законы теплового излучения: Стефана – Больцмана, Кирхгофа и Ламберта. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую, и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Теплоизоляционные материалы: описание, области использования. Теоретические основы теплоизолирующих свойств.	1	2
10	Теоретические основы искусственного охлаждения. Хладагенты и их свойства. Теоретические циклы и схемы паровых компрессионных холодильных машин.	2	2
	Всего часов лекций	14	6

4.4. Перечень тем практических занятий

Практические занятия по данной дисциплине не предусмотрены.

4.5. Перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Тема лабораторной работы	Объем, ч	
		форма обучения	
		очная	заочная
1	Измерение температуры.	2	2
2	Измерение давления.	2	-
3	Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач	2	-
4	Определение изменения энтропии.	2	-
5	Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло	2	
6	Определение параметров влажного воздуха при кондиционировании	4	2
7	Определение коэффициента теплопроводности твердого тела методом трубы.	2	-
8	Теплообменные аппараты, их классификация и области применения.	6	-
9	Процесс теплообмена в рекуперативном поверхностном теплообменнике	4	4
10	Исследование распределения температуры теплоносителей по длине теплообменника.	2	-
11	Определение коэффициента излучения твердого тела.	2	-
12	Сравнительный анализ основных свойств хладагентов.	4	2
13	Построение и расчет холодильного цикла.	4	-
	Всего часов лабораторных занятий	38	10

4.6. Виды самостоятельной работы и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Подготовка к аудиторным занятиям заключается в самостоятельном изучении разделов и тем, проработке и повторении лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовке к лабораторным занятиям по контрольным вопросам в конце каждой работы, выполнении контрольной работы (для заочного отделения).

Контроль за самостоятельной работой осуществляется в форме защиты лабораторных работ и итогового тестирования.

4.6.2. Перечень тем курсовых проектов

Курсовое проектирование не предусмотрено.

4.6.3. Перечень тем рефератов и расчетно-графических работ

Рефераты и расчетно-графические работы не предусмотрены.

4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
1	2	3	4	5
1.	Работа с конспектом лекций и учебной литературой			
1.1.	1. Равновесность и обратимость процессов. Термодинамическое равновесие. 2. Смесь идеальных газов. 3. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы для определения теплоемкости. 4. Теплоемкость смеси рабочих тел.	Апальков А. Ф. Теплотехника: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 190207 - "Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды / А.Ф. Апальков - Ростов н/Д: Феникс, 2008 - 187 с.	1	5
1.2.	1.Открытые и закрытые термодинамические системы. 2.Первый закон термодинамики для рабочего тела, находящегося в относительном покое. 3.Первый закон термодинамики для потока.		1	5
1.3.	1.Необратимость термодинамических процессов. 2.Теория циклов. 3.Свойство изолированной термодинамической системы. Толкование второго закона термодинамики. 4.Виды эксергии.		1	5
1.4.	1. Исследование политропных процессов. 2. Процесс парообразования в рv-координатах. 3. Основные термодинамические процессы водяного пара. 4. Уравнение состояния реальных газов.		1	5
1.5.	1. Плотность, удельная газовая постоянная и удельная энтальпия влажного воздуха. 2. H-d-диаграмма влажного воздуха.		1	5
1.6.	1. Истечение идеального газа из суживающихся сопел. 2. Массовый расход газа. 3. Смешение газовых потоков. 4. Сопло Лаваля.		1	2

1.7.	1. Дифференциальное уравнение теплопроводности. 2. Теплопроводность через однослойную и многослойную цилиндрическую стенки при граничных условиях первого рода. 3. Теплопроводность жидкостей. 4. Теплопроводность металлов.		1	2
1.8.	1. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. 2. Теплоотдача при кипении однокомпонентных жидкостей. 3. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб, коридорно и шахматно расположенных. 4. Теплоотдача при конденсации.		1	6
1.9.	1. Теплообмен излучением между телами, разделёнными прозрачной средой. 2. Излучение газов и паров. 3. Пути интенсификации процесса теплопередачи. 4. Тепловая изоляция. Виды изоляции. 5. Основные теплоизоляционные материалы, их характеристики и области применения.		1	6
1.10.	1.Способы получения низких температур – фазовые переходы, дросселирование, адиабатное расширение, вихревой эффект, термоэлектрическое охлаждение. Их применение в холодильной отрасли промышленности. 2.Абсорбционные и сорбционные холодильные машины. 3.Основные свойства хладагентов и хладоносителей. 4.Виды компрессоров. 5.Теплообменная аппаратура.	Большаков С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 351100 "Товароведение и экспертиза товаров"(по областям применения) и другим технолог. / С. А. Большаков - М.: Академия, 2003 - 302 с.	1	10
2.	Подготовка к лабораторным работам			
2.1.	Определение параметров состояния рабочего тела.	Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу "Тепло- и хладотехника" по направлению подготовки бакалавров	1	-
2.2.	Измерение температуры.		0,5	1
2.3.	Измерение давления.		0,5	-
2.4.	Определение теплоемкостей газов, жидкостей и водных растворов веществ.		0,5	-

2.5.	Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач	19.03.02. –Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014	0,5	-
2.6.	Определение изменения энтропии.		0,5	-
2.7.	Исследование изотермического и адиабатного процессов		0,5	-
2.8.	Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло		0,5	-
2.9.	Определение параметров влажного воздуха при кондиционировании		0,5	1
2.10.	Определение коэффициента теплопроводности твердого тела методом трубы.		0,5	-
2.11.	Теплообменные аппараты, их классификация и области применения.		1	-
2.12.	Процесс теплообмена в рекуперативном поверхностном теплообменнике	Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу "Тепло- и хладотехника"	0,5	1
2.13.	Исследование распределения температуры теплоносителей по длине теплообменника.		0,5	-
2.14.	Определение коэффициента излучения твердого тела.		0,5	-
2.15.	Сравнительный анализ основных свойств хладагентов.	Большаков С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 351100 "Товароведение и экспертиза товаров"(по областям применения) и другим технолог. ... / С. А. Большаков - М.: Академия, 2003 - 302 с.	1	2
2.16.	Построение и расчет холодильного цикла.	Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу "Тепло- и хладотехника"	0,5	-
2.17.	Расчет поршневого компрессора.		0,5	-
	Всего часов		20	56

4.6.5. Другие виды самостоятельной работы обучающихся

Других видов самостоятельной работы не предусмотрено

4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объем, ч
1	ЛПЗ	Теплообменные аппараты, их классификация и области применения.	Работа в малых группах	6
2	ЛПЗ	Сравнительный анализ хладагентов	Работа в малых группах	4

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

5.1. ФОС текущего контроля

Текущий контроль включает:

- устный опрос на лекциях;
- защита лабораторных работ;
- промежуточное тестирование в письменной форме или на компьютере.

5.2. ФОС промежуточной аттестации

5.2. А. Зачет

Зачет по дисциплине «Тепло- и хладотехника» не предусматривается.

5.2.Б Экзамен

Экзамен представляет собой тест, выполняемый обучающимся, находящимся в аудитории в присутствии экзаменатора. Тестовые задания включают 30 вопросов из разных разделов дисциплины.

Время теста определяется из расчета 1 минута на 1 потенциальный балл.

Критерии оценки знаний обучающихся на экзамене:

«Отлично» – выставляется обучающемуся, если им по итогам тестирования набрана сумма баллов, лежащая в интервале 80-100% процентов от максимально возможной.

«Хорошо» – выставляется обучающемуся, если им по итогам тестирования набрана сумма баллов, лежащая в интервале 60-80% процентов от максимально возможной.

«Удовлетворительно» – выставляется обучающемуся, если им по итогам тестирования набрана сумма баллов, лежащая в интервале 40-60% процентов от максимально возможной.

«Неудовлетворительно» – выставляется обучающемуся, если им по итогам тестирования получена сумма баллов, составляющая менее 40 % от максимальной. Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если обучающийся после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.)

Примерный комплект тестовых заданий на экзамен:

1. Величина R_{μ} в уравнении состояния идеального газа носит название:

- 1) газовой постоянной;
- 2) универсальной газовой постоянной;
- 3) постоянной Больцмана.

2. $u = 100$ Дж/кг, $p = 5$ кПа, $v = 1$ м³/кг. Удельная энтальпия рабочего тела равна:

- 1) 105;
- 2) 106;

- 3) 510;
- 4) 5100.

3. Характеристическое (термическое) уравнение состояния одного килограмма идеального газа имеет вид:

- 1) $p\nu = RT$;
- 2) $p\nu = MRT$;
- 3) $p\nu = const$;
- 4) $R = R_\mu / \mu$.

4. Уравнение адиабатного процесса:

- 1) $p\nu = const$;
- 2) $p\nu^k = const$;
- 3) $p\nu^n = const$;
- 4) $p\nu = RT$.

5. Работа в изохорном процессе равна:

- 1) $dl = dq$;
- 2) $dl = 0$;
- 3) $dl = pdv$;
- 4) $dl = dq - du$.

6. В каком процессе изменение энтропии равно нулю

- 1) в изобарном процессе;
- 2) в изотермическом процессе;
- 3) в политропном процессе;
- 4) в адиабатном.

7. Для какого процесса графиком в координатах p, ν является прямая, параллельная оси абсцисс

- 1) изохорного процесса;
- 2) изобарного процесса;
- 3) изотермического процесса;
- 4) адиабатного процесса.

8. Степень сухости равна нулю

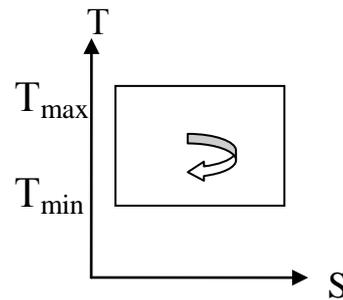
- 1) для кипящей жидкости при температуре насыщения;
- 2) для сухого насыщенного пара;
- 3) для влажного пара;
- 4) для перегретого пара.

9. Цикл Карно состоит:

- 1) из двух изотерм и двух адиабат;
- 2) из двух изобар и двух адиабат;
- 3) из двух изохор и двух адиабат;
- 4) из двух изохор и двух изобар.

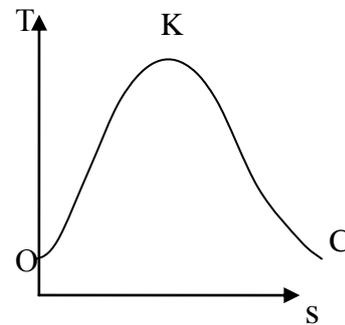
10. Термический КПД цикла Карно выражается формулой:

- 1) $\eta_{\text{к}} = \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}}{T_{\text{min}}}$;
- 2) $\eta_{\text{к}} = \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}}{T_{\text{max}}}$;
- 3) $\eta_{\text{к}} = \frac{T_{\text{min}}}{T_{\text{max}}}$.



11. Линии влагосодержания на *id* – диаграмме изображаются

- 1) наклонными прямыми;
- 2) вертикальными линиями;
- 3) горизонтальными линиями;
- 4) отсутствуют.



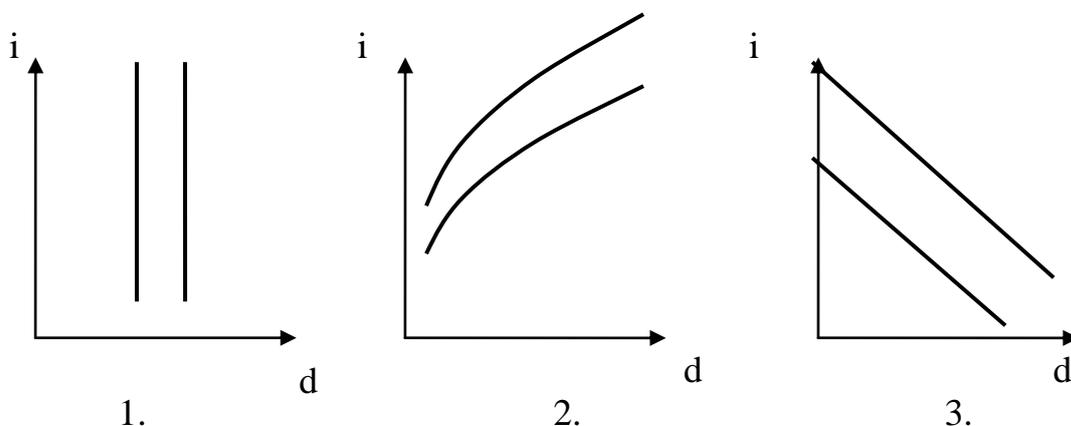
12. Между кривыми ОК и КС находится:

- 1) область ненасыщенной жидкости;
- 2) область влажного насыщенного пара;
- 3) область перегретого пара.

13. Если степень сухости влажного пара равна 0,9, это значит:

- 1) в 1 кг пара содержится 0,9 кг насыщенной жидкости и 0,1 кг сухого насыщенного пара;
- 2) в 1 кг пара содержится 0,1 кг насыщенной жидкости и 0,9 кг сухого насыщенного пара;
- 3) в 1 кг пара содержится 0,1 кг влажного пара и 0,9 кг сухого насыщенного пара.

14. Укажите правильное расположение линии постоянной энтальпии влажного воздуха.



- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3.

15. Влагосодержание влажного воздуха – это:

- 1) количество водяного пара в 1 кг влажного воздуха;
- 2) количество водяного пара в 1 м³ влажного воздуха;
- 3) количество водяного пара, приходящееся на 1 кг сухого воздуха.

16. Перенос теплоты вместе с макроскопическими объемами вещества называется

- 1) теплопроводностью;
- 2) конвекцией;
- 3) теплоотдачей;
- 4) излучением.

17. При каком теплообмене передача тепла не требует непосредственного соприкосновения тел и не нуждается в какой-либо промежуточной материальной среде.

- 1) излучением;
- 2) теплоотдачей;
- 3) теплопередачей;
- 4) теплопроводностью.

18. Степенью черноты тела (ϵ) называется:

- 1) отношение энергии пропущенной $E_{\text{проп}}$ к энергии падающей $E_{\text{пад}}$;
- 2) отношение излучательной способности E реального тела к излучательной способности E_0 абсолютно черного тела при той же температуре;
- 3) отношение отраженной энергии $E_{\text{отр}}$ к энергии падающей $E_{\text{пад}}$.

19. Для каких тел коэффициент отражения равен единице?

- 1) абсолютно черных;
- 2) абсолютно белых;
- 3) серых;
- 4) абсолютно прозрачных.

20. Коэффициент теплопередачи для плоской стенки имеет вид

1) $k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}}$;

2) $k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} - \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_2}}$;

3) $k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_2}}$;

4) $k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{a_2}}$.

21. Укажите уравнение теплопередачи для расчета теплообменника

- 1) $Q = kF\Delta t_{cp}$;
- 2) $Q = qF$;

$$3) Q = \alpha F / t_c - t_{жс} / ;$$

$$4) Q = \frac{(t_{c1} - t_{c2})}{R_{\lambda}} .$$

22. Теплоотдачей называется перенос теплоты:

- 1) от жидкости к жидкости через разделяющую их стенку;
- 2) между потоком жидкости (или газа) и стенкой;
- 3) молекулярный перенос теплоты в телах.

23. Для идеальных газов связь между изобарной и изохорной теплоемкостями устанавливается следующим уравнением:

$$1) c_p - c_v = R ;$$

$$2) c_p - c_v > R ;$$

$$3) c_p - c_v < R ;$$

$$4) c_p = c_v .$$

24. Тепловой поток – это количество теплоты:

- 1) передаваемое в единицу времени через произвольную поверхность;
- 2) передаваемое в единицу времени через единичную площадь;
- 3) проходящее в единицу времени через единичную площадь при градиенте температуры, равном единице.

25. Коэффициент теплопроводности наиболее высок

- 1) у неметаллических материалов;
- 2) у металлов;
- 3) у пористых материалов.

26. Эффект Ранка-Хильша основан:

- 1) на понижении температуры спаев полупроводников при прохождении через них постоянного электрического тока;
- 2) на разделении теплого и холодного воздуха в закрученном потоке внутри трубы;
- 3) на снижении температуры и давления хладагента при его протекании через суженное сечение под воздействием разности давлений без совершения внешней работы и теплообмена с окружающей средой;
- 4) на адиабатном расширении сжатого газа с одновременным понижением температуры.

27. При дросселировании жидкостей:

- 1) температура жидкости понижается;
- 2) температура жидкости увеличивается;
- 3) не изменяется.

28. В паровых холодильных машинах рабочим телом является:

- 1) вода;
- 2) бинарные растворы, состоящие из холодильного агента и поглотителя;
- 3) хладагенты;
- 4) пар.

29. Укажите основную часть компрессионной холодильной машины, в которой происходит процесс дросселирования:

- 1) компрессор;
- 2) регулирующий вентиль;
- 3) испаритель;
- 4) конденсатор.

30. Как определяется теоретическая работа сжатия в компрессоре 1 кг холодильного агента?

- 1) разностью энтропий ΔS ;
- 2) разностью энтальпий Δi ;
- 3) разностью давлений ΔP ;
- 4) разностью температур ΔT .

Полное описание фонда оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в виде отдельного документа (ФОС).

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1.Рекомендуемая литература.

6.1.1. Основная литература.

№ п/п	Автор	Заглавие	Гриф издания	Изда-тельство	Год издания	Кол-во экз.в библ.
1.	Апальков А.Ф.	Теплотехника		Феникс	2008	50
2.	Ерофеев В.Л.	Теплотехника		Академкнига	2008	30
3.	Большаков С.А.	Холодильная техника и технология продуктов питания		Академия	2003	44
5	Круглов Г.А.	Теплотехника		http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3900 >.	2012	Электронный ресурс

6.1.2. Дополнительная литература.

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Баскаков А.П.	Теплотехника	М.: Энергоатомиздат	1991

6.1.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Бутова С.В., Шахова М.Н., Панина Е.В.	Методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине «Тепло- и хладотехника» для студентов факультета технологии и товароведения заочной формы обучения по направлению подготовки бакалавров 19.03.02 (260100.62)	Воронеж, ВГАУ	2014
2	Бутова С.В., Шахова М.Н., Ртищев А.А.	Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу «Тепло- хладотехника» для студентов факультета технологии и товароведения дневной и заочной форм обучения по направлению подготовки 260100.62.	Воронеж, ВГАУ	2013

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

1. <http://znanium.com> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.
2. <http://e.lanbook.com> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.
3. www.prospektnauki.ru – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.
4. <http://rucont.ru/> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.
5. <http://www.cnsnb.ru/terminal/> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.
6. www.elibrary.ru – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.
7. <http://archive.neicon.ru/> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.
8. <https://нэб.рф/> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.**6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы.**

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1.	Лекции	Microsoft Office 2010 Std, Microsoft Windows 7 Prof, Mozilla Firefox (free), ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»			*
2.	Лабораторные	Microsoft Office 2010 Std, AST, Mozilla Firefox (free),	*		

		AST, Консультант + (СС Деловые бумаги)			
--	--	--	--	--	--

6.3.2. Аудио- и видеопособия

Не используются

6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов

Разработаны компьютерные презентации по всем темам дисциплины.

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1	Специализированная аудитория лекционного типа	Комплект мультимедийного оборудования Компьютерные презентации по всем темам дисциплины.
2	Специальная кафедральная лаборатория тепло- и хладотехники (ауд. 36), оснащенная лабораторным оборудованием	Прибор для измерения теплоемкости ИТс-400. Экспериментальная установка для определения теплопроводности твердого тела методом трубы. Экспериментальная установка для исследования процесса теплообмена в рекуперативном поверхностном теплообменнике. Кондиционер БК-2800, психрометр, барометр. Термометры расширения, термометр электрического сопротивления, термоэлектрический термометр. Милливольтметр, ультратермостат. Центрифуга Ока. Мебель лабораторная. I-d- диаграмма влажного воздуха. IgP-i- диаграмма для построения холодильного цикла.
3	Аудитория для самостоятельной работы студентов	Читальный зал научной библиотеки ВГАУ оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГАУ.
4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования	115а, 117, 118 – аудитории для профилактического обслуживания и ремонта оборудования; 167, 386 – аудитории для хранения и профилактического обслуживания оборудования

8. Междисциплинарные связи**Протокол**

согласования рабочей программы с другими дисциплинами специальности

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования	Подпись зав. кафедрой
Физика	Физика	Согласовано	
ПАПП	ПАПП	Согласовано	

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**6.1.Рекомендуемая литература.****6.1.1. Основная литература.**

№ п/п	Автор	Заглавие	Гриф издания	Издательство	Год издания	Кол-во экз.в библи.
1.	Апальков А.Ф.	Теплотехника		Феникс	2008	50
2.	Ерофеев В.Л.	Теплотехника		Академкнига	2008	30
3.	Большаков С.А.	Холодильная техника и технология продуктов питания		Академия	2003	44
5	Круглов Г.А.	Теплотехника		http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3900 >.	2012	Электронный ресурс
6	Бутова С.В. [и др.]	Тепло- и хладотехника: учебное пособие		Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет	2016	30