

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио декана  
Дата подписания: 17.03.2025 15:02:50  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Руководитель ООП  
Прутенская Е.А.

" 24 " апреля 2024г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Тепло- и хладотехника**

Закреплена за кафедрой: **Биохимии и биотехнологии**

Направление подготовки: **19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**

Направленность (профиль): **Технология и экспертиза пищевых ингредиентов и биологически активных добавок**

Квалификация: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Семестр: **5**

Программу составил(и):  
*канд. хим. наук, доц., Филатова А. Е.*

Тверь, 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

Целью дисциплины является подготовка студента-технолога, направленная на формирование, способности выбирать и осуществлять приемы нагревания, охлаждения и

кондиционирования, удовлетворяющие требованиям экономичности, безопасности, комфортности экологичности; мировоззрения, опирающегося на современное содержание

понятий работы и теплопритока (теплоты процесса) и на особенности их взаимопревращения, а также на принцип односторонности реальных процессов. А также

сформировать у студентов следующие компетенции:

–способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для

освоения

физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических,

теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья

### Задачи:

Задачами освоения дисциплины является обеспечение:

–знания основных положений 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

–знания закономерностей расчета основных термодинамических циклов – прямого и обратного и показатели их эффективности – термический КПД и холодильный коэффициент,

–умения пользоваться термодинамическими таблицами и диаграммами  $h_s$  водяного пара,

диаграммой их влажного воздуха, а также таблицами теплофизических свойств основных

теплоносителей; вычислять работу и теплоприток основных термодинамических процессов, термический КПД цикла Ренкина, тепловые потоки через одно- и многослойные стенки, в том числе в условиях свободной и вынужденной конвекции

–владения приемами расчета тепловых потоков через стенки за счет явлений теплопроводности и на поверхности стенок при конвективной теплоотдаче и

тепловом

излучении; составления теплового баланса котельного агрегата

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Химическая и биологическая безопасность продуктов питания

Пищевая химия

Процессы и аппараты пищевых производств

Физика

Математика

Инженерная и компьютерная графика

Химия биологически активных веществ

Биохимия

Пищевая химия

Процессы и аппараты пищевых производств

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

Нутрициология

Химическая и биологическая безопасность продуктов питания

Биотехнологические основы производства и переработки растительного сырья

Медико-биологические требования и санитарные нормы качества пищевых продуктов

Основы технологий пищевого концентратного производства

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Общая трудоемкость</b>	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
<b>в том числе:</b>	
аудиторные занятия	68
самостоятельная работа	32
часов на контроль	27

### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-2.1: Использует в практической деятельности специальные знания фундаментальных разделов физики, химии, биологии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья

Уровень 1 методами расчетов на основе знаний тепло- и хладотехники.

Уровень 1 использовать знания и понятия тепло- и хладотехники в профессиональной деятельности.

Уровень 1 теоретические основы и прикладное значение тепло- и хладотехники в объеме, необходимом для понимания технологии продуктов питания из растительного сырья.

ОПК-2.2: Проводит измерения и наблюдения, составляет описания проводимых исследований, анализирует результаты исследований и использует их при написании отчетов и научных публикаций

Уровень 1 оценивать физические величины с помощью средств измерений, имеющих различный класс точности и погрешности измерений; осуществлять контроль качества продукции соответствии требованиями нормативных документов, санитарных норм и правил, использовать полученные теоретические знания практической деятельности по месту работы, а также для решения повседневных задач социальной жизни.

Уровень 1 способностью изучать и анализировать научно-техническую

- информацию; готовностью проводить измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований, анализировать результаты исследований и использовать их при написании отчетов и научных публикаций; готовностью варианты подтверждения качества продукции, услуг и процессов; управление качеством готовой продукции; оценку результатов и последствий изучаемых видов деятельности на общество.

ОПК-3.1: Пользуется знаниями основ технологии производства продуктов питания из растительного сырья для решения профессиональных задач

- Уровень 1 инженерные процессы протекающие в тепло-хладотехнике, инструкции по ремонту, безопасности тепловых и холодильных установок.
- Уровень 1 навыками обслуживания технологического оборудования и приборов, задачи по установке, пуску и наладке пищевого технологического оборудования.
- Уровень 1 решать профессиональные задачи связанные с эксплуатацией и ремонтов современного технологического оборудования применяемого в холодильных камерах и цехах тепловой обработки продукции

ОПК-3.3: Описывает назначение, принцип действия и устройство оборудования, систем безопасности и сигнализации, контрольно-измерительных приборов и автоматики

- Уровень 1 применять теоретические основы тепло и хладотехники при разрабатывании технологических процессов с обеспечением высокого уровня энергосбережения использования новейших достижений техники;
- Уровень 1 теоретические основы тепло хладотехники при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов;
- Уровень 1 навыками применения теоретических основ тепло и хладотехники при эксплуатации современного технологического оборудования;

УК-8.1: Анализирует факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, природных и социальных явлений)

- Уровень 1 законодательные акты, регулирующие вопросы охраны труда, хранения и производства продуктов; систему управления безопасностью в техносфере основы законодательства Российской Федерации по охране здоровья трудящегося населения
- Уровень 1 пользоваться правовой документацией по вопросам охраны труда, производства и хранения продуктов  
- истолковывать основные правовые понятия;
- Уровень 1 понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;  
- навыками анализа различных правовых явлений, юридических фактов, правовых норм, правовых отношений, являющихся объектами профессиональной деятельности.

УК-8.2: Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности

- Уровень 1 опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности перечень и особенности проявления вредных и опасных факторов на производстве, основные факторы и причины производственного травматизма.

Уровень 1 составлять инструкции и проводить инструктаж по безопасности;  
 - применять современные технологии контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ;  
 - назначить необходимые средства коллективной защиты от воздействия вредных производственных факторов;

Уровень 1 навыками обеспечения безопасных условий труда и безопасности осуществления производственных процессов;

УК-8.3: Выявляет угрозу условиям жизнедеятельности, природной среде и устойчивому развитию общества, связанную с нарушением техники безопасности

Уровень 1 определять тип нормативной документации, с которой необходимо сравнить анализируемый проект;  
 пользоваться нормативно-технической документацией по вопросам охраны труда;  
 - истолковывать основные понятия, смысл предельно допустимых уровней воздействия на работников вредных и опасных факторов производственной среды;  
 - назначать мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.

Уровень 1 нормативно-технические акты, регулирующие вопросы охраны труда;

Уровень 1 навыками поиска технических актов, вопросы охраны труда;  
 - понятийно-терминологическим аппаратом системы стандартов опасности труда, БЧС.

## 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	5

## 6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

## 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Введение в дисциплину. Теплотехника.					
1.1	Обзор основных законов и формул термодинамики и теплообмена	Лек	5	1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.2	Обзор основных законов и формул термодинамики и теплообмена	Пр	5	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

1.3	Обзор основных законов и формул термодинамики и тепломассообмена	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.4	Термодинамические свойства рабочих тел. Диаграммы и таблицы водяного пара. Нхдиаграмма влажного воздуха	Лек	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.5	Термодинамические свойства рабочих тел. Диаграммы и таблицы водяного пара. Нхдиаграмма влажного воздуха	Пр	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.6	Термодинамические свойства рабочих тел. Диаграммы и таблицы водяного пара. Нхдиаграмма влажного воздуха	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.7	Определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередача. Расчет теплообменников. Оребрение	Лек	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.8	Определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередача. Расчет теплообменников. Оребрение	Пр	5	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.9	Определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередача. Расчет теплообменников. Оребрение	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

1.10	Теплоэнергетические установки. Виды топлива. Технологическая схема котельной установки. КЭС,ТЭЦ.	Лек	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.11	Теплоэнергетические установки. Виды топлива. Технологическая схема котельной установки. КЭС,ТЭЦ.	Пр	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
1.12	Теплоэнергетические установки. Виды топлива. Технологическая схема котельной установки. КЭС,ТЭЦ.	Ср	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
	Раздел 2. Холодильная техника.					
2.1	Холодильная техника.	Лек	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.2	Холодильная техника.	Пр	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.3	Холодильная техника.	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.4	Основные способы получения низких температур.	Лек	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

2.5	Основные способы получения низких температур.	Пр	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.6	Основные способы получения низких температур.	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.7	Термоэлектрическое охлаждение.	Лек	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.8	Термоэлектрическое охлаждение.	Пр	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.9	Термоэлектрическое охлаждение.	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.10	Холодильная технология.	Лек	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.11	Холодильная технология.	Пр	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	



2.12	Холодильная технология.	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.13	.Состав и основные свойства пищевых продуктов. Методы и способы консервирования пищевых продуктов.	Лек	5	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.14	.Состав и основные свойства пищевых продуктов. Методы и способы консервирования пищевых продуктов.	Пр	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.15	.Состав и основные свойства пищевых продуктов. Методы и способы консервирования пищевых продуктов.	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.16	Влияние низких температур на микрофлору и качество продуктов	Лек	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.17	Влияние низких температур на микрофлору и качество продуктов	Пр	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.18	Влияние низких температур на микрофлору и качество продуктов	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

2.19	Основные процессы холодильной обработки пищевых продуктов и сырья.	Лек	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.20	Основные процессы холодильной обработки пищевых продуктов и сырья.	Пр	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.21	Основные процессы холодильной обработки пищевых продуктов и сырья.	Ср	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.22	Холодильное технологическое оборудование.	Лек	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.23	Холодильное технологическое оборудование.	Пр	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.24	Холодильное технологическое оборудование.	Ср	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
2.25	Холодильные предприятия и транспорт.	Лек	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э2 Э3 Э4	

2.26	Холодильные предприятия и транспорт.	Ср	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
	Раздел 3. Контроль					
3.1	Подготовка к экзамену	Экзамен	5	25		
3.2	Итоговый контроль знаний	Экзамен	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	

### Образовательные технологии

Лекция-визуализация, проблемная лекция-презентация, дебаты, мастер-класс, активизация творческой деятельности, деловая учебно-исследовательская игра, подготовка письменных аналитических работ, проектная технология, защита рефератов.

### Список образовательных технологий

1	Активное слушание
2	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Ситуационные задачи

Задача

Сухой насыщенный пар хладагента R22 массой  $M = 1$  кг при температуре  $t_1$  адиабатно сжимается до давления  $p_2$ . Определить с помощью таблиц и диаграмм параметры начального и конечного состояний R22, а также работу,

изменение внутренней энергии, энтальпии и энтропии процесса. Параметры точек цикла свести в таблицу.

Задача

Температура влажного воздуха  $t$  и относительная влажность. Определить его параметры: парциальное давление водяного пара, давление насыщения при заданной температуре, влагосодержание, удельную энтальпию, степень насыщения, точку росы ( $p_p$ ,  $p_n$ ,  $d$ ,  $h$ ,  $t_p$ ) двумя

способами:

1) с помощью диаграммы  $h-d$ ;

2) расчетом по формулам

Ситуационные задачи

Пример 1-1.

Определить абсолютное давление пара, если манометр показывает давление  $p_{II} = 4,5$  кгс /см<sup>2</sup>, а показание барометра  $B = 745$  мм рт.ст. состояния данного пара.

Пример 1-2.

Водяной пар при температуре  $t = 4000$ С и давлении  $p = 4$ МПа имеет, как следует из

таблиц термодинамических свойств, удельную энтальпию  $h=3214,5$  кДж/кг и удельный объем  $v=0.07339$  м<sup>3</sup>/кг. Определить удельную внутреннюю энергию

Тест

Вопрос

Будет ли утолщение теплоизоляции на трубе приводить к уменьшению суммарного термического сопротивления теплопередачи, если  $d_{\text{нам}}=1$  м,  $d_{\text{кр}}=0,9$  м ...

- А) «Нет» при толщине теплоизоляции до 100 мм;
- Б) «Нет» при любых условиях;
- В) «Да» при толщине теплоизоляции до 100 мм;
- Г) «Да» при любой толщине теплоизоляции.

Вопрос

Водяной экономайзер и воздухоподогреватель воспринимают теплоту уходящих дымовых газов в основном...

- А) тепловым излучением;
- Б) конвекцией;
- В) индукционным нагревом;
- Г) теплопроводностью.

Вопрос

В соответствии с эффектом Джоуля-Томпсона при дросселировании реального газа температура

- А) равна 0 К;
- Б) остается постоянной;
- В) равна 1000 К;
- Г) изменяется.

Вопрос

Вычислить по уравнению Майера  $C_v$ , если  $C_p=1,2$  кДж/(кг·К),  $R=200$  Дж/(кг·К)

- А) 199,8 Дж/(кг·К);
- Б) 1400 Дж/(кг·К);
- В) 1000 кДж/(кг·К);
- Г) 1000 Дж/(кг·К)

Решение одной задачи оценивается по следующим критериям.

Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла

Дано верное решение, но получен неправильный ответ из-за арифметической ИЛИ решение недостаточно обосновано ИЛИ в решении имеются лишние или неверные записи, не отделенные от решения – 2 балла

Имеется верное решение части задачи, из-за логической ошибки – 1 балл

Решение не дано ИЛИ дано неверное решение – 0 баллов

1 балл – «3»

2 балла – «4»

3 балла – «5»

При решении теста

Правильно выбран вариант ответа – 1 балл

Тест из 5 заданий,

3 балла – «3»

4 балла – «4»

5 баллов – «5»

При оценивании билета на экзамене:

При выставлении оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

5 (отлично) - студент показывает глубокие осознанные знания по

освещаемому вопросу, владеет основными понятиями, терминологией;

оперирует конкретными знаниями и умениями по физике, ответ полный, доказательный, четкий, грамотный (возможна одна неточность, описка, которая не является следствием незнания или непонимания учебного материала).

Студент показывает высокий уровень предметных, метапредметных и личностных результатов освоения учебной дисциплины.

4 (хорошо) - студент показывает глубокое и полное усвоение содержания материала, умение правильно и доказательно излагать программный материал. Допускает отдельные незначительные неточности в форме и стиле ответа. Студент имеет хороший уровень предметных, метапредметных и личностных результатов освоения учебной дисциплины.

3 (удовлетворительно) - студент понимает основное содержание учебной программы, умеет показывать практическое применение полученных знаний. Вместе с тем допускает отдельные ошибки, неточности в содержании и оформлении ответа; ответ недостаточно последователен, доказателен и грамотен. Результаты освоения учебной дисциплины студент показывает не в полном объеме.

2 (неудовлетворительно) - студент имеет существенные пробелы в знаниях, допускает ошибки, не выделяет главного, существенного в ответе.

Ответ поверхностный, бездоказательный, допускаются речевые ошибки.

Студент показывает низкий уровень предметных, метапредметных и личностных результатов освоения учебной дисциплины.

## 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Тест к разделу 1

Исключите (зачеркните) по одному неверному варианту в каждом из следующих суждений (верные ответы даны в конце пособия):

1. Величинами, которые перешли в термодинамику из механики, являются:

А- Давление  $p$ , Па. Б- Работа силы  $L$ , Дж. В- Температура  $t$ ,  $^{\circ}\text{C}$ .

2. Величинами, включаемыми в I закон термодинамики, являются:

А- Теплоприток (теплота процесса)  $Q$ . Б- Работа силы  $L$ . В- Энтропия  $S$ .

Г- Внутренняя энергия  $U$ .

3. Давление в 1 МПа можно выразить как

А- 103 кПа. Б- 10,2 кгс/см<sup>2</sup>. В- 750 мм рт.ст.

4. 1 МДж равен

А- 3,6 кВт.ч. Б- 1/3,6 кВт.ч. В- 4,19.103 ккал.

5. Водяной пар при 0,102 МПа и 1000С может представлять собой

А- перегретый пар. Б- влажный пар. В- сухой насыщенный пар.

Тест к разделу 2

1. Приведите размерность чисел подобия

А) Безразмерны Б) Вт/м<sup>2</sup> В) Дж/с

2. Приведите размерность теплового потока

А) Вт/м<sup>2</sup> Б) Вт В) Вт/м<sup>3</sup>

3. Назовите число  $Re$  для турбулентного потока в трубах

А)  $Re < 2300$  Б)  $2300 < Re < 1 \cdot 10^4$  В)  $Re > 1 \cdot 10^4$

4. Приведите уравнение теплопередачи

А)  $Q = -\lambda \text{ grad } t F$  Б)  $Q = \alpha(t_{\text{ст}} - t_{\text{ж}})F$  В)  $Q = k \Delta t F$

5. Какая схема движения теплоносителя наиболее выгодна

А) Прямоток Б) Противоток В) Сложный ток.

Тест по разделу 3

Составляющие топлива имеют стандартные обозначения: С, Н, S, А, W

1. Какие из составляющих топлива являются горючими составляющими?

а) С; б) Н; в) S; г) А

2. Какие из составляющих топлива являются балластом?

а) W; б) А; в) Н; г) S

3. Элементами котлоагрегата являются:

А-экономайзер;

Б-барaban;

В- воздухоподогреватель;

Г- горелки;

Д- пароперегреватель.

4. Какие из них могут отсутствовать в котлах малой мощности?

а) А; б) Б; в) Д; г) В

5. Какие из них полностью или частично заполнены водой?

а) В; б) А; в) Б; г) Г

6. Какие из них заполнены частично или полностью паром?

а) Б; б) Д; в) В

7. Существуют три основных способа сжигания топлива:

А-в слое,

Б-в факеле,

В-в вихре (циклоне).

8. Какой из способов реализуется в камерной топке?

а) Б; б) В; в) А

Ответы на вопросы тестов

по разделу 1:

подлежат исключению неверные варианты: 1В, 2В, 3В, 4Б, 5А.

по разделу 2:

правильные ответы: 1А, 2Б, 3В, 4В, 5Б

по разделу 3:

1.-С, Н, S. 2. - А, W. 3.- А, В, Д. 4.- А, Б. 5- Б, Д. 6- Б, В

1. Что такое обратный круговой процесс?

а) обратимый цикл; б) холодильный цикл; в) тепловой насос.

2. Для чего применяют хладагент в холодильных машинах на предприятиях пищевой промышленности?

а) Для осуществления кругового процесса; б) для отвода теплоты от конденсирующегося

хладагента; в) для отвода теплоты от испарителя.

3. Что такое холодопроизводительность цикла?

а) Теплота, подведенная к испарителю; б) энергия, подведенная к электродвигателю;

в)

разность между энтальпиями конца и начала сжатия хладагента в компрессоре.

4. Для чего нужно ребрение теплообменных аппаратов?

а) Защиты труб от повреждений; б) Более равномерного движения воздуха через аппарат;

в) Увеличения теплообменной поверхности.

5. Какой основной процесс происходит в компрессоре?

а) Подогрев паров; б) сжатие; в) гидравлический удар.

6. В какой среде целесообразнее охлаждать рыбу?

а) в холодном воздухе; б) в холодной воде; в) во льду.

7. Как изменяется теплоемкость воды с понижением температуры?

а) увеличивается; б) остается постоянной; в) понижается.

8. Какой фактор оказывает наибольшее влияние на усушку продуктов при хранении в замороженном состоянии?

а) резкое колебание температур; б) отсутствие упаковки; в) низкая влажность в камере.

9. Что характеризует критерий Био?

а) условия теплообмена между твердым телом и средой; б) условия движения охлаждающей среды; в) условия передачи теплоты в охлаждаемом теле.

10. Какие микроорганизмы вызывают при холодильной обработке гниение?

а) дрожжи; б) бациллы; в) споры.

11. Что является заключительным звеном непрерывной холодильной цепи?

а) распределительный холодильный; б) домашний; в) производственный.

12. Назначение производственного холодильника?

а) охлаждение продукта; б) замораживание; в) охлаждение, замораживание, технологическая обработка.

13. От чего зависит в первую очередь качество перевозимого продукта?

а) От свойств продукта; б) от режима перевозки; в) от исходного состояния продукта.

14. Какой вид транспортных перевозок может использоваться для длительного хранения продуктов?  
а) Железнодорожный; б) морские контейнеры; в) авторефрижераторы.
15. В каком виде лучше всего перевозить продукты растительного происхождения?  
а) В охлажденном; б) в замороженном; в) в упакованном непроницаемую оболочку?
16. Из каких процессов состоит обратный цикл Карно?  
а) две изобары, две изохоры; б) две изобары, две изотермы; в) две изобары, две адиабаты; г) ) две изохоры, две адиабаты; д) ) адиабата, изохора, изотерма, адиабата
17. Какой основной элемент паровой холодильной машины вырабатывает холод?  
а) компрессор; б) испаритель; в) конденсатор; г) регулирующий вентиль; д) холодильный агент.
18. При каких условиях в продукте образуется кристалл льда?  
а) при криоскопической температуре; б) при температуре сублимации; в) при пониженном давлении; г) при точке росы; д) при высоком давлении.
19. Укажите область умеренного охлаждения?  
а) до минус 50оС; б) до минус 120оС; в) до минус 10 оС; г) до минус 190оС; в) до минус 78 оС.
20. Процесс автолиза жиров; б) процесс замедления жизнедеятельности микроорганизмов и воздействия ферментов на продукт; в) процесс полного прекращения жизнедеятельности; г) развитие необратимых процессов в продуктах; д) процесс активной жизнедеятельности микрофлоры.
21. Как изменяется плотность продукта при криоскопической температур?  
а) увеличивается; б) не изменяется; в) уменьшается; г) изменяется скачкообразно.
22. Какой параметр процесса холодильной обработки определяется с помощью формулы Р.Планка?  
а) криоскопическая температура; б) продолжительность охлаждения; в) продолжительность замораживания; г) коэффициент теплоотдачи; в) теплоту фазового перехода.
23. Что характеризует холодильный коэффициент?  
а) условия теплообмена; б) эффективность цикла; в) работу сжатия; г) тепловой поток в испарителе; д) необратимые потери в цикле.
24. Что характеризует критерий Фурье?  
а) условия теплопередачи; б) эффективность цикла; в) безразмерное время; г) температурное поле; д) тепловой поток.

Пример 1-1.

Определить абсолютное давление пара, если манометр показывает давление  $p_I = 4,5$  кгс /см<sup>2</sup>, а показание барометра  $B = 745$  мм рт.ст.

Пример 1-2.

Водяной пар при температуре  $t = 4000$ С и давлении  $p = 4$ МПа имеет, как следует из таблиц термодинамических свойств, удельную энтальпию  $h = 3214,5$  кДж/кг и удельный объем  $v = 0.07339$  м<sup>3</sup>/кг. Определить удельную внутреннюю энергию  $u$ .

Пример 1-3.

Известно, что водяной пар входит в турбину в состоянии с удельной энтальпией  $h_1 = 3330$  кДж/кг, а выходит при  $h_2 = 2220$  кДж/кг. Определить техническую работу, совершаемую при расширении 1 кг пара, протекающего по турбине.

Пример 1-4.

Определить параметры перегретого водяного пара при давлении  $p = 4,0$ МПа и температуре  $t = 4000$ С.

Пример 1-5.

Определить параметры водяного пара на выходе из парового котла Е-16-14 ГМ при

значениях абсолютного давления  $p = 1,4$  МПа и температуры  $t = 225$ °С.

Пример 1-6.

Сухой насыщенный пар с давлением 1 МПа после котла дросселируют в целях достижения безопасного давления до 0,12 МПа. Определить удельную энтальпию пара и его температуру до и после дросселирования.

Пример 2-1.

Определить тепловой поток, проходящий через стенку теплообменника поверхностью 1 м<sup>2</sup>. Температуры поверхностей теплообменника  $t_{1ст} = 800$ °С и 200°С. Теплопроводность стенки  $\lambda = 0,8$  Вт/(м К), толщина стенки 0,1 м.

Пример 2-2.

Определить режим движения жидкости в трубе диаметром 0,05 м, скорость потока 2 м/с, коэффициент кинематической вязкости 5,4 м<sup>2</sup>/с.

Пример 2-3

Определить плотность теплового потока, проходящего через стенку при коэффициенте теплопередачи 0,8 Вт/(м<sup>2</sup> К) и температурном напоре 600°С.

Пример 2-4.

Определить коэффициент теплоотдачи при кипении воды в испарителе, если температура стенки испарителя 1500°С, давление пара 0,45 МПа, температура воды 1420°С.

Пример 3-1.

В железнодорожном составе перевозится  $V = 600$  тонн Канско-Ачинского угля марки Б2Р (бурый-2, рядовой). Выразить это количество в единицах условного топлива.

Пример 3-2.

Годовая потребность хлебозавода (на собственную котельную и на хлебопекарные печи) в природном газе Ставропольского месторождения составляет  $V = 1,2 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup> при годовой выработке хлебобулочных изделий в количестве  $P = 18000$  тонн.

Вычислить расход условного топлива на единицу продукции (т.у.т./ т).

Пример 3-3.

Известно, что типовые крупные ТЭС (тепловые электростанции) имеют электрическую мощность  $N_{тэс} = 2400$  МВт при эффективном КПД = 39%. Определить часовой выход золы и серы (в составе оксидов серы) при сжигании кузнецкого угля марки ГР

Решение одной задачи оценивается по следующим критериям.

Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла

Дано верное решение, но получен неправильный ответ из-за арифметической ИЛИ решение недостаточно обосновано ИЛИ в решении имеются лишние или неверные записи, не отделенные от решения – 2 балла

Имеется верное решение части задачи, из-за логической ошибки – 1 балл

Решение не дано ИЛИ дано неверное решение – 0 баллов

1 балл – «3»

2 балла – «4»

3 балла – «5»

При решении теста

Правильно выбран

вариант ответа – 1 балл

Тест из 5 заданий,

3 балла – «3»

4 балла – «4»

5 баллов – «5»

При оценивании билета на экзамене:

При выставлении оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

5 (отлично) - студент показывает глубокие осознанные знания по освещаемому вопросу, владеет основными понятиями, терминологией;

оперирует конкретными знаниями и умениями по физике, ответ полный, доказательный, четкий, грамотный (возможна одна неточность, описка, которая не является



следствием незнания или непонимания учебного материала).

Студент показывает высокий уровень предметных, метапредметных и личностных результатов освоения учебной дисциплины.

4 (хорошо) - студент показывает глубокое и полное усвоение содержания материала, умение правильно и доказательно излагать программный материал.

Допускает отдельные незначительные неточности в форме и стиле ответа. Студент имеет хороший уровень предметных, метапредметных и личностных результатов освоения учебной дисциплины.

3 (удовлетворительно) - студент понимает основное содержание учебной программы, умеет показывать практическое применение полученных знаний. Вместе с тем допускает отдельные ошибки, неточности в содержании и

оформлении ответа; ответ недостаточно последователен, доказателен и грамотен. Результаты освоения учебной дисциплины студент показывает не в полном объеме.

2 (неудовлетворительно) - студент имеет существенные пробелы в знаниях, допускает ошибки, не выделяет главного, существенного в ответе.

Ответ поверхностный, бездоказательный, допускаются речевые ошибки. Студент показывает низкий уровень предметных, метапредметных и личностных результатов освоения учебной дисциплины.

### 8.3. Требования к рейтинг-контролю

Сдача экзамена может добавить к балльно-рейтинговой оценке студентов не более 40 баллов.

Теоретический вопрос

1 балл выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно

владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Оценивание задачи

1 баллов Задача решена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

0 баллов Задача не решена или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

**РАСЧЕТ БАЛЛОВ В СЕМЕСТРЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

УК-8.1\$; УК-8.2; УК-8.3; ОПК-2.1.; ОПК-2.2; ОПК-3.1.; ОПК-3.3. I модуль Теплотехника. включает в себя проведение 3 контрольных работ по текущим темам, каждая контрольная работа оценивается максимально в 5 баллов.

Выполнение домашней работы оценивается в 2 балла, посещаемость в 1 балл, работа на занятии 1 балл.

УК-8.1\$; УК-8.2; УК-8.3; ОПК-2.1.; ОПК-2.2; ОПК-3.1.; ОПК-3.3. : II модуль Холодильная техника включает в себя проведение 4 контрольные работы по текущим темам, каждая контрольная работа оценивается максимально в 5 баллов.

Выполнение домашней работы оценивается в 2 балла, посещаемость в 1 балл, работа на занятии 1 балл.

Обучающемуся, набравшему по итогам семестра 40-54 балла, при подведении итогов семестра в графе рейтинговой ведомости учёта успеваемости и зачётной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему по итогам семестра 55-57 баллов, при подведении итогов семестра в рейтинговой ведомости «Премияльные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему по итогам семестра 58-60 баллов, при подведении итогов семестра в рейтинговой ведомости «Премияльные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично».

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдаёт экзамен.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Ерофеев, Безюков, Жуков, Семенов, Пряхин, Теплотехника. Практикум, Москва: Юрайт, 2023, ISBN: 978-5-534-06939-6, URL: <a href="https://urait.ru/bcode/516588">https://urait.ru/bcode/516588</a>
Л1.2	Быстрицкий, Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий, Москва: Юрайт, 2023, ISBN: 978-5-534-03889-7, URL: <a href="https://urait.ru/bcode/512922">https://urait.ru/bcode/512922</a>
Л1.3	Ерофеев, Пряхин, Семенов, Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-01738-0, URL: <a href="https://urait.ru/bcode/536656">https://urait.ru/bcode/536656</a>
Л1.4	Бутова С. В., Воронцов В. В., Шахова М. Н., Королькова Н. В., Котик О. А., Тепло- и хладотехника, Воронеж: ВГАУ, 2016, ISBN: , URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/178913">https://e.lanbook.com/book/178913</a>
Л1.5	Третьякова Н. Г., Лифенцева Л. В., Ермолаев В. А., Тепло- и хладотехника, Кемерово: КемГУ, 2017, ISBN: 979-5-89289-132-4, URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/103933">https://e.lanbook.com/book/103933</a>

### 9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Оборудование перерабатывающих производств: учебник / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.М. Зимняков, П.К. Воронина. — М.: ИНФРА-М, 2016. — 363 с. + Доп. материалы <a href="http://www.znaniium.com">http://www.znaniium.com</a> . — (Высшее образование: Бакалавриат). — <a href="http://www.dx.doi.org/10.12737/11738">www.dx.doi.org/10.12737/11738</a> . [Электронный ресурс; Режим доступа <a href="http://znaniium.com/go.php?id=537419">http://znaniium.com/go.php?id=537419</a> : <a href="http://znaniium.com/go.php?id=537419">http://znaniium.com/go.php?id=537419</a>
Э2	Оборудование предприятий общественного питания : учеб. пособие / В.Ф. Кащенко, Р.В. Кащенко. – М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2018. – 412 с. : ил. – (ПРОФИЛЬ). [Электронный ресурс; Режим доступа <a href="http://znaniium.com/go.php?id=942771">http://znaniium.com/go.php?id=942771</a> : <a href="http://znaniium.com/go.php?id=942771">http://znaniium.com/go.php?id=942771</a>
Э3	Чаблин, Б.В. Оборудование предприятий общественного питания : учебник / Б.В. Чаблин, И.А. Евдокимов. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - Ч. 1. Механическое оборудование. - 680 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 670-671. - ISBN 978-5-4475-4803-2 ; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429517">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429517</a> : <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429517">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429517</a>
Э4	Семикопенко И.А. Холодильная техника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ И.А. Семикопенко, Д.В. Карпачев.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014.— 269 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/28417.htm">http://www.iprbookshop.ru/28417.htm</a> : <a href="http://www.iprbookshop.ru/28417.htm">http://www.iprbookshop.ru/28417.htm</a>

Э5	Лифенцева Л.В. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Л.В. Лифенцева.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010.— 188 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14394.htm">http://www.iprbookshop.ru/14394.htm</a> : <a href="http://www.iprbookshop.ru/14394.htm">http://www.iprbookshop.ru/14394.htm</a>
----	---

### 9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	WinDjView
4	OpenOffice
5	Многофункциональный редактор ONLYOFFICE
6	Google Chrome
7	Foxit Reader

### 9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Репозиторий ТвГУ
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
3	ЭБС ТвГУ
4	ЭБС «Лань»
5	ЭБС IPRbooks
6	ЭБС «ZNANIUM.COM»
7	ЭБС «ЮРАИТ»

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
5-306	переносной мультимедийный комплекс, переносной ноутбук, стационарный экран, учебная мебель
5-308	мультимедийный комплекс, переносной ноутбук, учебная мебель
5-307	Комплект учебной мебели, переносной ноутбук, переносной мультимедийный проектор

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Ситуационные задачи, решение которых заключается в определении способа деятельности в той или иной ситуации. Структура ситуационной задачи содержит всю ту избыточную информацию, которая необходима для того, чтобы подготовить человека для успешной жизни в информационном обществе. Обучение учащихся решению проблем

предполагает освоение универсальных способов деятельности, применимых в самых разных ситуациях. Ситуационная задача представляет собой описание конкретной ситуации, более или менее типичной для определенного вида деятельности.

Содержание

ситуационной задачи, как правило, определяется потребностями и интересами конкретной

группы учащихся, ориентировано на имеющийся культурный опыт и предоставляет возможность творчески осваивать новый опыт. Это содержание включает описание условий деятельности и желаемого результата. Решение задачи заключается в определении способа деятельности

Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы студентов является обучение навыкам

работы с научно-теоретической литературой и практическими материалами, необходимыми для углубленного изучения биохимии, а также развитие у них устойчивых

способностей к самостоятельному (без помощи преподавателя) изучению и изложению

полученной информации.

Изучение и изложение информации, полученной в результате анализа научнотеоретической литературы и практических материалов, предполагает развитие у студентов

как навыков устной речи, так и способностей к четкому письменному изложению