Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крылова Людмила Вячеславовна
Должность: Проректор по учебно-методической работе
Дата подписания: 16.02.2025 12:53:53
Уникальный программный ключ:
b066544bae1e449cd8bfce392f7224a676a271b2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И ТОРГОВЛИ ИМЕНИ МИХАИЛА ТУГАН-БАРАНОВСКОГО»

КАФЕДРА ХОЛОДИЛЬНОЙ И ТОРГОВОЙ ТЕХНИКИ ИМЕНИ ОСОКИНА В.В.

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____Л.В.Крылова
(подпись)
«28» 02 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.14 ТЕПЛО- И ХЛАДОТЕХНИКА

(название учебной дисциплины)

Укрупненная группа направлений подготовки 19.00.00 Промышленная экология и биотехнологии
Программа высшего образования – программа бакалавриата
Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья
Профиль: Технология мучных и кондитерских изделий
Факультет ресторанно – гостиничного бизнеса
Курс, форма обучения:
очная форма обучения 2 курс
заочная форма обучения 3 курс

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями
здоровья и инвалидов (при наличии таких лиц)

Донецк
2024

Рабочая программа учебной дисциплины «Тепло- и хладотехника» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, разработанная в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ»:
- в 2024 г. – для очной формы обучения
- в 2024 г. – для заочной формы обучения.

Разработчики: Карнаух В.В., профессор кафедры ХТТ, доктор техн. наук, доцент
Пьянкова Ю.В., старш. преп. кафедры ХТТ

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры холодильной и торговой техники имени Осокина В.В.
Протокол от «19» февраля 2024 года № 24

Заведующий кафедрой холодильной и торговой техники имени Осокина В.В.

_____ К.А.Ржесик
(подпись)

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета ресторанно - гостиничного бизнеса

_____ И.В.Кощавка
(подпись)

Дата «25» 02 2024 года

ОДОБРЕНО
Учебно-методическим советом Университета
Протокол от «28» февраля 2024 года № 7

Председатель _____ Л.В.Крылова
(подпись) (инициалы, фамилия)

© Карнаух В.В., Пьянкова Ю.В., 2024 год
© ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2024 год

1. ОПИСАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

<table>
<tr><td rowspan="2">Наименование показателя</td><td rowspan="2">Наименование укрупненной группы направлений подготовки, направление подготовки, профиль, программа высшего профессионального образования</td><td colspan="2">Характеристика учебной дисциплины</td></tr>
<tr><td>очная форма обучения</td><td>заочная/ очно-заочная форма обучения</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Количество зачетных единиц – 3</td><td>Укрупненная группа направлений подготовки
19.00.00 Промышленная экология и биотехнология
(код, название)</td><td colspan="2" rowspan="2">базовая
(базовая, профессиональный цикл)</td></tr>
<tr><td>Направление подготовки
19.03.02 Продукты питания из растительного сырья
(код, название)</td></tr>
<tr><td>Модулей – 1</td><td rowspan="5">Профиль
Технология мучных и кондитерских изделий</td><td colspan="2">Год подготовки</td></tr>
<tr><td>Смысловых модулей – 3</td><td>2 -й</td><td>3 -й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Общее количество

часов – 72</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>4 -й</td><td>6 -й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекции</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Количество часов в неделю для очной формы обучения: 3

аудиторных – 3;
самостоятельной работы обучающегося – 1,05</td><td rowspan="11">Программа высшего образования – программа бакалавриата</td><td>18 час.</td><td>8 час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практические, семинарские занятия</td></tr>
<tr><td>34 час.</td><td>8 час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторные занятия</td></tr>
<tr><td>час.</td><td>час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостоятельная работа</td></tr>
<tr><td>18,85 час.</td><td>52,55 час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Индивидуальные задания*:</td></tr>
<tr><td>3 ТМК</td><td>контрольная</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма промежуточной аттестации:
(зачет, экзамен)</td></tr>
<tr><td>зачет</td><td>зачет</td></tr>
</table>

Соотношение количества часов аудиторных занятий и самостоятельной работы составляет:

для очной формы обучения – 53,15/18,85

для заочной формы обучения – 17,45/52,55

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины:

формирование знаний студентов в области тепло-хладотехники, создание фундамента для усвоения профилирующих дисциплин, развитие навыков и умения творческого использования основных закономерностей тепло-хладотехники при решении конкретных задач в области пищевой промышленности.

Задачи учебной дисциплины:

изучение основных законов термодинамики и методов их применения для анализа и расчета процессов, используемых в тепловых и холодильных машинах; получение навыков работы с литературными и электронными базами справочных данных; освоение методов расчета

термодинамических процессов в разнообразных теплоэнергетических и низкотемпературных установках; освоение методов термодинамического анализа и оценки эффективности процессов и циклов теплосиловых, теплонасосных и холодильных установок.

.

3. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.14 Тепло- и хладотехника
(шифр, название учебной дисциплины в соответствии с учебным планом)
относится к базовой части ОПОП ВО.

Имеется логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с дисциплинами «Высшая математика», «Физика», «Неорганическая химия».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Тепло- и хладотехника», будут использовании в таких курсах как «Оборудование предприятий общественного питания», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Проектирование предприятий ресторанного хозяйства» и при выполнении тепловых расчетов в выпускной квалификационной работе (бакалаврской работе).

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения изучения учебной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы **компетенции** и **индикаторы их достижения**:

Код и наименование компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*
ПК-8 Способен разработать комплект проектно-технологической документации предприятий пищевой промышленности, работающих с растительным сырьем	ИДК-1ПК-8 Использует программные продукты в проектировании предприятий индустрии питания ИДК-2ПК-8 Разрабатывает технико-экономическое обоснование проекта ИДК-3ПК-8 Обеспечивает информационное сопровождение проектной деятельности

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные параметры состояния рабочих тел, единицы их измерения, приборы для определения этих параметров;
- основные теоретические положения взаимного преобразования теплоты и работы в тепловых машинах;
- основные термодинамические характеристики рабочих тел, используемых в тепловых и холодильных машинах;
- количественные и качественные методы термодинамического анализа процессов и циклов тепловых двигателей и аппаратов;
- основные законы теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена;
- способы расчета процессов теплообмена, в том числе при совместном участии нескольких видов теплообмена;
- способы моделирования теплообменных процессов;
- основы расчета теплообменных аппаратов;

уметь: выполнять необходимые расчеты для грамотной эксплуатации технологического (теплового и холодильного) оборудования пищевых производств; подбирать и эффективно эксплуатировать теплотехническое оборудование; проводить необходимые термодинамические расчеты; анализировать характеристики систем теплотехнического оборудования; рассчитывать количество теплоты, передаваемое теплопроводностью, конвекцией и излучением в узлах

теплотехнического и холодильного оборудования; рассчитывать потери теплоты и тепловые сопротивления в теплотехнических и холодильных системах.

владеть: навыками теплотехнического анализа всех термодинамических процессов: изобарном, изохорном, изотермном, адиабатном и политропном процессах; методами расчета термодинамических процессов реальных газов и паров; основами анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности с использованием вычислительной техники и программного обеспечения; терминологией в области теплообмена, основными источниками информации и справочными данными по теплообмену владеть инженерными методами рационального использования энергетических ресурсов.

5. ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Смысловой модуль 1. Основы технической термодинамики.

Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.

Тема 2. Газовые смеси. Теплоемкость идеальных газов и их смесей.

Тема 3. Первый и второй законы термодинамики.

Смысловой модуль 2. Реальные газы. Циклы тепловых и холодильных машин

Тема 4. Влажный воздух: процессы обработки, расчетные диаграммы.

Тема 5. Реальные газы: уравнение состояния, процессы.

Тема 6. Циклы тепловых машин и установок.

Тема 7. Физические основы получения холода. Циклы холодильных машин.

Смысловой модуль 3. Теплопередача

Тема 8. Введение в теплообмен. Теплопроводность – как простой вид теплообмена.

Тема 9. Конвективный теплообмен.

Тема 10. Теплообмен излучением.

Тема 11. Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты в пищевой и холодильной индустрии.

6. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Название смысловых модулей и тем	**Количество часов**											
	очная форма обучения						**заочная/очно-заочная форма обучения**					
	всего	**в том числе**					**всего**	**в том числе**				
		л[1]	**п[2]**	**лаб[3]**	**инд[4]**	**СРС[5]**		**л**	**п**	**лаб**	**инд**	**СРС**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Смысловой модуль 1. Основы технической термодинамики												
Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.	4	2	2	-	-	-	7	1	-	-	-	6
Тема 2. Газовые смеси. Теплоемкость идеальных газов и их смесей.	8	2	4	-	-	2	5,5	0,5	1	-	-	4
Тема 3. Первый и второй законы термодинамики.	8	2	2	-	-	4	7,5	0,5	1	-	-	6
Итого по смысловому модулю 1	**20**	**6**	**8**	-	-	**6**	**20**	**2**	**2**	-	-	**16**
Смысловой модуль 2. Реальные газы. Циклы тепловых и холодильных машин												

Тема 4. Влажный воздух: процессы обработки, расчетные диаграммы.	6	2	4	-	-	-	6,5	0,5	-	-	-	6
Тема 5. Реальные газы: уравнение состояния, процессы.	8	2	4	-	-	2	8	1	1	-	-	6
Тема 6. Циклы тепловых машин и установок.	8	2	4	-	-	2	8	1	1	-	-	6
Тема 7**.** Физические основы получения холода. Циклы холодильных машин.	8	2	4	-	-	2	7,5	1	1	-	-	5,5
Итого по смысловому модулю 2	**30**	**8**	**16**	-		**6**	**30**	**3,5**	**3**	-	-	**23,5**
Смысловой модуль 3. Теплопередача												
Тема 8. Введение в теплообмен. Теплопроводность – как простой вид теплообмена.	3,85	1	2	-	-	0,85	4	0,5	0,5	-	-	3
Тема 9**.** Конвективный теплообмен.	4	1	2	-	-	1	4,5	0,5	1	-	-	3
Тема 10. Теплообмен излучением.	4	1	2	-	-	1	4	0,5	0,5	-	-	3
Тема 11. Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты в пищевой и холодильной индустрии.	10,15	1	4	-	1,15	4	9,5	1	1	-	1,45	6,05
Итого по смысловому модулю 3	**22**	**4**	**10**		**1,15**	**6,85**	**22**	**2,5**	**3**	**-**	**1,45**	**15,5**
Всего часов:	**72**	**18**	**34**	**-**	**1,15**	**18,85**	**72**	**8**	**8**	**-**	**1,45**	**52,55**
Катт					**0,9**						**1,2**	
СР						**18,85**						**52,55**
ИК												
КЭ												
Каттэк					**0,25**						**0,25**	
Контроль												
Всего часов	**72**	**18**	**34**	**-**	**1,15**	**18,85**	**72**	**8**	**8**		**1,45**	**52,55**

Примечания: 1. л – лекции;

2. п – практические (семинарские) занятия;

3. лаб – лабораторные занятия;
4. инд – индивидуальные занятия;
5. СРС – самостоятельная рабо

7. ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная/ очно-заочная форма
1	Основные понятия и определения термодинамики.	2	-
2	Газовые смеси. Теплоемкость идеальных газов и их смесей.	4	1
3	Первый и второй законы термодинамики.	2	1
4	Влажный воздух: процессы обработки, расчетные диаграммы.	4	-
5	Реальные газы: уравнение состояния, процессы.	4	1
6	Циклы тепловых машин и установок.	4	1
7	Физические основы получения холода. Циклы холодильных машин.	4	1
8	Введение в теплообмен. Теплопроводность – как простой вид теплообмена.	2	0,5
9	Конвективный теплообмен.	2	1
10	Теплообмен излучением.	2	0,5
11	Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты в пищевой и холодильной индустрии.	4	1
Всего:		**34**	**8**

8. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная/очно-заочная форма
1	Курсом не предусмотрены		
….			
Всего:			

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная/очно-заочная форма
1	Основные понятия и определения термодинамики.	-	6
2	Газовые смеси. Теплоемкость идеальных газов и их смесей.	2	4
3	Первый и второй законы термодинамики.	4	6
4	Влажный воздух: процессы обработки, расчетные диаграммы.	-	6
5	Реальные газы: уравнение состояния, процессы.	2	6
6	Циклы тепловых машин и установок.	2	6
7	Физические основы получения холода. Циклы холодильных машин.	2	5,5

8	Введение в теплообмен. Теплопроводность – как простой вид теплообмена.	0,85	3
9	Конвективный теплообмен.	1	3
10	Теплообмен излучением.	1	3
11	Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты в пищевой и холодильной индустрии.	4	6,05
Всего:		**18,85**	**52,55**

10. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации учебной дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

1) для слабовидящих:
   - лекции оформляются в виде электронного документа;
   - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом или заменяются устным ответом;
2) для глухих и слабослышащих:
   - лекции оформляются в виде электронного документа;
   - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
   - зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования с использованием Moodle.
3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
   - лекции оформляются в виде электронного документа;
   - письменные задания заменяются устным ответом;
   - зачёт проводятся в устной форме.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для слепых и слабовидящих:
   - в печатной форме увеличенным шрифтом;
   - в форме электронного документа;
   - в форме аудиофайла.
2) для глухих и слабослышащих:
   - в печатной форме;
   - в форме электронного документа.
3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
   - в печатной форме;
   - в форме электронного документа;
   - в форме аудиофайла.

11. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Темы к ТМК

1. Третий закон термодинамики. Формулировка и основное содержание.
2. Эксергия и эксергетичекий баланс термодинамической системы.
3. Схема и цикл работы (в p-v и T-s координатах) турбореактивного двигателя.
4. Схемы и цикл работы (в p-v и T-s координатах) воздушной холодильной машины.
5. Схема и цикл работы (p-v и T-s координатах) паровой холодильной машины.
6. Реальные циклы газотурбинных установок. Примеры внедрения.
7. Действительные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Определение КПД двигателя.
8. Схема и цикл работы двигателя внешнего сгорания – двигатель Стерлинга.
9. Конструкция современных экологично безопастных двигателей. Область применения.
10. Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме.
11. Особенности теплоотдачи при изменении агрегатного состояния вещества.
12. Основные критериальные числа тепломассообмена. Методика определения коэффициента тепломассопереноса.
13. Основные уравнения тепломассопереноса. Число Льюиса.
14. Особенности термодинамических процессов в градирнях.
15. Примеры конструкций теплообменников с непосредственным контактом сред.
16. Анализ открытых термодинамических систем.
17. Уравнения, описывающие процессы дросселирования газов и паров.
18. Работа с фазовыми таблицами ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers);
19. Изучение схемы и принципа работы двигателя Стирлинга.
20. Холодильные методы обработки пищевых продуктов.
21. Современные способы обработки и хранения пищевых продуктов.
22. Требования к торговому холодильному оборудованию.
23. Классификация и примеры торгового холодильного оборудования.
24. Классификация холодильников.
25. Особенности конструкции промышленных холодильников.

Контрольная работа

Задача 1

Смесь идеальных газов имеет начальные параметры p_1, t_1, нагревается при постоянном объеме до t_2, а затем охлаждается при постоянном давлении до начальной температуры t_1.

Определить: объемный состав газовой смеси; конечное давление и объем смеси; работу (L), теплоту (Q) и изменение внутренней энергии (ΔU), энтальпии (ΔI) и энтропии (ΔS) смеси в процессах.

Изобразить процессы в ***p-v*** и ***T-s*** диаграммах.

Данные для решения задачи выбрать из таблицы 1.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче 1

Предпослед-няя цифра шифра	Масса компонентов газовой смеси,*кг*					Давление,*МПа* p_1	Последняя цифра шифра	Температура, ^oC	
	N_2	O_2	CO_2	H_2O	H_2			t_1	t_2
0	2,5	-	1,8	0,7	0,3	1	0	400	800
1	3,0	1,0	4,0	-	0,5	2	1	100	600
2	4,2	0,8	4,0	0,5	-	3	2	300	900
3	-	1,2	2,5	0,9	1,1	4	3	100	300
4	3,7	-	3,0	0,3	1,2	8	4	200	500
5	2,8	1,1	-	0,8	3,2	6	5	200	800
6	2,9	1,4	2,7	-	3,0	7	6	100	700
7	-	2,0	5,2	3,7	1,8	5	7	200	700

8	4,0	-	3,2	2,5	2,0	4	8	400	900
9	3,5	0,9	-	0,6	4,0	3	9	100	400

Задача 2

Для теоретического цикла газового поршневого двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с изохорно-изобарным подводом теплоты по заданным значениям начального давления p_1 и температуры t_1, степени сжатия ε, степени повышения давления λ и степени предварительного расширения ρ определить параметры состояния p, v, T в характерных точках цикла, полезную работу и термический КПД.

Изобразить цикл ДВС в ***p-v*** и ***T-s*** диаграммах.

Данные необходимые для расчета задачи выбрать из таблицы 2.

Таблица 2 – Исходные данные для задачи 2

Предпос-ледняя цифра шифра	Рабочее тело	p_1, *кПа*	t_1, ^oC	Последняя цифр шифра	ε	λ	ρ
0	H_2O	96	22	0	17	1,6	1,3
1	N_2	97	24	1	16	1,7	1,3
2	*He*	95	18	2	19	1,3	1,5
3	*Воздух*	101	15	3	15	1,5	1,4
4	CH_4	98	32	4	14	1,8	1,3
5	O_2	99	30	5	13	1,7	1,3
6	CO_2	100	23	6	15	1,6	1,4
7	*Воздух*	97	25	7	16	1,4	1,6
8	N_2	96	20	8	17	1,5	1,7
9	*CO*	95	17	9	18	1,3	1,4

Задача 3

Паросиловая установка работает по циклу Ренкина. Давление пара перед турбиной p_1, его температура t_1. Адиабатное расширение пара в турбине происходит до атмосферного давления p_2. Определить КПД паросиловой установки. Как изменится КПД, если давление и температуру увеличить соответственно доp'_1 и t'_1, а на выходе пара из турбины установить конденсатор, в котором давление p'_2?

Изобразить процессы в ***i-s***– диаграмме водяного пара.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 3

Таблица 3 – Исходные данные к задаче 3

Предпос-ледняя цифра шифра	Давление пара перед турбиной, МПа p_1	Темпе-ратура пара, ^{o}C t_1	Давление пара после турбины, МПа p_2	Послед-няя цифра шифра	Давление пара перед турбиной, МПа p'_1	Темпе-ратура пара, ^{o}C t'_1	Давление пара после турбины, МПа p'_2
0	4	310	0,1	0	15	550	0,05
1	8	350	0,13	1	17	580	0,04
2	6	330	0,12	2	14	570	0,03
3	10	420	0,11	3	18	550	0,02
4	9	360	0,1	4	20	610	0,01
5	13	310	0,11	5	18,5	630	0,009
6	12	440	0,1	6	16	550	0,007
7	3	340	0,13	7	17,5	640	0,005

8	11	320	0,1	8	15,5	530	0,01
9	5	430	0,12	9	17	600	0,05

Указание: Правильность определения параметров в точках можно проверить с помощью таблиц А.3 и А.4.Рекомендовано расчет выполнить в компьютерной программе «Диаграмма HS для воды и водяного пара».

Задача 4

В конденсаторе на горизонтальных трубах с внешним диаметром $d_{тр}$ конденсируется влага. Водяной пар со степенью сухости x, давлением $p_н$. Найти средний коэффициент теплоотдачи и количество пара, которое сконденсируется за один час 1 п.м. трубы, температура поверхности которой $t_{ст}$. Сравнить полученные результаты, при вертикальном расположении трубы. В обоих случаях режим течения пленки ламинарный.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 4

Таблица 4– Исходные данные к задаче 4

Предпос-ледняя цифра шифра	Внешний диаметртрубы,мм $d_{тр}$	Степень сухости x	Последняя цифра шифра	Давление пара, МПа $p_н$	Температура стенки, ^oC $t_{ст}$
0	4	310	0	15	550
1	8	350	1	17	580
2	6	330	2	14	570
3	10	420	3	18	550
4	9	360	4	20	610
5	13	310	5	18,5	630
6	12	440	6	16	550
7	3	340	7	17,5	640
8	11	320	8	15,5	530
9	5	430	9	17	600

Задача 5

Выполнить расчет термодинамических характеристик паровой компрессионной машины, работающей на холодильном агенте *R*, при заданных параметрах. Охлаждение компрессора воздушное. Система с регенеративным теплообменником (РТО). Построить цикл работы холодильной машины в фазовой диаграмме заданного холодильного агента *R*, с использованием компьютерных приложений CoolPack, REFPROF, FRİTERM, Solkane.

Определить:

- Удельную холодопроизводительность;
- Холодильный коэффициент;
- Удельную массу циркулирующего х.а.;
- Площадь теплообменной поверхности испарителя.

Исходные данные, необходимые для решения задачи выбрать из таблицы 5

Таблица 5 – Исходные данные к задаче 5

Предпос-ледняя цифра шифра	Холодопроиз-водительность, кВт	Температура в охлаждаемом объеме, $t_{охл.объем}$, ^oC	Последняя цифра шифра	Температура окружающей среды, $t_{ср}$, ^oC	Холодильный агент
0	30	-4	0	25	R 134a
1	27	-2	1	20	R 600a
2	25	0	2	18	R 404a
3	33	+2	3	15	R 407c

4	24	-4	4	30	R 134a
5	30	-2	5	28	R 600a
6	27	0	6	27	R 404a
7	25	+2	7	17	R 407c
8	33	-5	8	25	R 134a
9	24	+4	9	27	R 600a

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства детализируются по видам работ в оценочных материалах по учебной дисциплине, которые утверждаются на заседании кафедры.

Система оценивания по учебной дисциплине по очной форме обучения*

Форма контроля	**Макс. количество баллов**	
	За одну работу	**Всего**
Текущий контроль: - дискуссия, устный опрос, собеседование (по каждой теме дисциплины) - реферат (по темам, изучаемым в дисциплине) - тестирование (по каждому модулю) - разноуровневые задачи и задания (по каждой теме дисциплины) - текущий модульный контроль	 2 10 10 3 	 20 10 30 30 10
Промежуточная аттестация	*Зачет*	*100*
Итого за семестр	*100*	

* в соответствии с утвержденными оценочными материалами по учебной дисциплине

Система оценивания по учебной дисциплине по заочной форме обучения*

Форма контроля	**Макс. количество баллов**	
	За одну работу	**Всего**
Текущий контроль: - дискуссия, устный опрос, собеседование (по каждой теме дисциплины) - реферат (по темам, изучаемым в дисциплине) - тестирование (по каждому модулю) - контрольная работа - текущий модульный контроль	 2 10 8 (1 задача) 10	 20 10 40 30
Промежуточная аттестация	*Зачет*	*100*
Итого за семестр	*100*	

Вопросы к зачету

1. Основные понятия и исходные положения технической термодинамики.
2. Термические параметры состояния рабочих тел. Единицы измерения. Уравнение состояния идеальных газов.
3. Калорические параметры состояния рабочих тел. Единицы измерения.
4. Газовые смеси. Законы газовых смесей. Молекулярная масса газовой смеси. Уравнение состояния для газовой смеси и компонентов.
5. Теплоемкость идеальных газов. Виды теплоемкостей. Связь между ними. Расчет

количества тепла.

6. Зависимость теплоемкости идеальных газов от температуры. Расчет количества тепла через средние теплоемкости.
7. Влажный воздух. Основные понятия и определения. I-d диаграмма влажного воздуха.
8. Реальные газы. Основные понятия и определения. Термодинамические диаграммы реальных газов.
9. I-s диаграмма состояния водяного пара. Определение параметров состояния водяного пара.
10. Формулировки и математическое выражение первого закона термодинамики.
11. Теплота и работа как функции процесса. Аналитическое выражение теплоты и работы через параметры состояния. Графическое изображение.
12. Общая схема исследования термодинамических процессов идеального газа.
13. Аналитическое исследование изохорного процесса.
14. Аналитическое исследование изобарного процесса.
15. Аналитическое исследование изотермического процесса.
16. Аналитическое исследование адиабатного процесса.
17. Аналитическое исследование политропного процесса.
18. Построение процессов реальных газов и их расчет с помощью фазовых диаграмм.
19. Построение процессов влажного воздуха и их расчет с помощью i-d диаграмм.
20. Второй закон термодинамики, его сущность и формулировки. Эффективность циклов.
21. Классификация тепловых машин.
22. Теоретический цикл ДВС с изохорным подводом тепла. Тепловой расчет цикла. Термический КПД.
23. Теоретический цикл ДВС с изобарным подводом тепла. Тепловой расчет цикла. Термический КПД.
24. Теоретический цикл ДВС со смешанным подводом тепла. Тепловой расчет цикла. Термический КПД.
25. Принципиальная схема и теоретический цикл газотурбинной установки. Тепловой расчет цикла. Термический КПД.
26. Принципиальная схема паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина. Термический КПД цикла.
27. Принципиальная схема и цикл воздушной холодильной машины. Тепловой расчет цикла. Холодильный коэффициент.
28. Принципиальная схема и цикл воздушного теплового насоса. Тепловой расчет цикла. Отопительный коэффициент.
29. Принципиальная схема и цикл паровой компрессионной холодильной машины. Тепловой расчет цикла. Холодильный коэффициент.
30. Принципиальная схема и цикл паровой компрессионной холодильной машины. Тепловой расчет цикла. Холодильный коэффициент.
31. Холодильные методы обработки пищевых продуктов.
32. Современные способы обработки и хранения пищевых продуктов.
33. Требования к торговому холодильному оборудованию.
34. Классификация и примеры торгового холодильного оборудования.
35. Классификация холодильников.
36. Особенности конструкции промышленных холодильников.
37. Принципиальная схема и цикл парового теплового насоса. Тепловой расчет цикла. Отопительный коэффициент.
38. Основные понятия и определения теории теплообмена. Виды переноса теплоты.
39. Теплообмен теплопроводностью. Закон Фурье для стационарного режима. Коэффициент теплопроводности.
40. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности.

41. Теплопроводность плоской одно- и многослойной стенки при стационарном режиме.
42. Теплопроводность цилиндрической одно- и многослойной стенки при стационарном режиме.
43. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Факторы, влияющие на коэффициент.
44. Сущность, основные понятия и определения теории подобия. Критерии подобия. Основные критерии подобия конвективного теплообмена.
45. Конвективный теплообмен при вынужденном, свободном движении и фазовых переходах жидкости. Общий вид критериальных уравнений.
46. Теплообмен изучением. Основные понятия. Законы теплового излучения. Приведенный коэффициент излучения.
47. Теплопередача как частный случай сложного вида теплообмена. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление.
48. Назначение и классификация теплообменных аппаратов.
49. Теплопередача в теплообменных аппаратах при переменной температуре теплоносителей. Баланс тепла. Средний температурный напор.
50. Конструкторский и поверочный расчет теплообменных аппаратов.

13. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

(для зачета)

Текущее тестирование и самостоятельная работа, балл											**Сумма, балл**
Смысловой модуль №1			**Смысловой модуль №2**				**Смысловой модуль № 3**				
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	**100**
10	10	10	9	9	9	9	8	8	9	9	
30			**36**				**34**				**100**

Соответствие государственной шкалы оценивания академической успеваемости

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	**По государственной шкале**	**Определение**
60-100	«Зачтено»	Обучающийся знает основные определения, последователен в изложении материала, демонстрирует базовые знания дисциплины, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий
0-59	«Не зачтено»	Обучающийся не знает основных определений, непоследователен и сбивчив в изложении материала, не обладает определенной системой знаний по дисциплине, не в полной мере владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий

14. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Техническая термодинамика [Текст] : учебник / М-во образования и науки Донец. Нар. Респ., Гос. орг. высш. проф. образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Донецкий национальный технический университет» ; коллектив авт.:

Карнаух В.В., Бирюков А.Б., Ржесик К.А., Лебедев А.Н. – Донецк : ДонНУЭТ, 2020. – 486с. ISBN 978-5-91556-928-6.

2. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. А. Александров [и др.] ; ред. А. М. Архарова, В. Н. Афанасьева . ─ 5-е изд. ─ М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. ─ Локал. компьютер сеть НБ ДонНУЭТ.

3. Теплообмен: теория и практика [Текст] : рекоменд. М-вом образования и науки ДНР как учеб. для высш. образоват. учреждений / [коллектив авт.: В. В. Карнаух, А. Б. Бирюков, С. И. Гинкул , К. А. Ржесик, П. А. Гнитиев] ; М-во образования и науки ДНР, ГО ВПО "Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, ГОУ ВПО "Донец. нац. техн. ун-т" . ─ Донецк : ДонНУЭТ, 2018 . ─ 327, [1] с. : табл., рис.

4. Стоянов, Н. И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен) : учебное пособие / Н. И. Стоянов, С. С. Смирнов, А. В. Смирнова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. — 226 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/63139.html (дата обращения: 21.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная:

1. Амирханов, Д. Г. Техническая термодинамика : учебное пособие / Д. Г. Амирханов, Р. Д. Амирханов ; под редакцией Е. И. Шевченко. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 264 с. — ISBN 978-5-7882-1664-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/63486.html (дата обращения: 21.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

2. Холодильное оборудование предприятий пищевой промышленности [Текст] : учеб. пособие / В. В. Осокин [и др.] ; М-во образования и науки Украины, Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, Одес. нац. акад. пищевых технологий. - Донецк, О. : [ДонНУЭТ], 2011. - 255 с.

Электронные ресурсы:

1. Тепло-хладотехника [электр.ресурс]: консп.лекц. для студ. напр. подг. 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья; 19.03.03 Продукты питания животного происхождения образовательного уровня – бакалавриат, очной и заочной форм обучения / В.В.Карнаух, – Донецк: ГО ВПО «ДонНУЭТ», 2024. – 105 с.

2. Тепло-хладотехника: методические указания для **самостоятельного** изучения дисциплины для обучающихся по направления подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья; 19.03.03 Продукты питания животного происхождения образовательного уровня – бакалавриат, очной и заочной форм обучения / В.В. Карнаух, Ю.В. Пьянкова – Донецк : ДОННУЭТ, 2024. – 93 с.

3. Тепло-хладотехника: методические указания для **практической** работы по теме «Физические основы получения холода. Циклы холодильных машин» для обучающихся по направлениям подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья; 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания образовательного уровня – бакалавриат, очной и заочной форм обучения / В.В. Карнаух, Ю.В. Пьянкова – Донецк : ДОННУЭТ, 2023. – 34 с.

4. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] конспект лекций для студентов направлений подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация обществ. питания (спец. Технологии в ресторан. хоз-ве) обучения : 13.03.03 Энергет. машиностроение (профиль Холодил. машины и установки), 15.03.02 Технолог. машины и оборуд. (профиль Оборуд. перераб. и пищ. п-в» образоват. уровня – бакалавриат, оч. и заоч. форм / В. В. Карнаух ; М-во образования и науки ДНР, ГО ВПО "Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского", Каф. холодильной и торговой техники имени Осокина В.В. ─ Донецк : ДонНУЭТ, 2019 . ─ Локал. компьютер сеть НБ ДонНУЭТ.

5. Техническая термодинамика: методические рекомендации к выполнению лабораторных работ для студентов укрупненной группы 13.00.00 Электро- и теплоэнергетика направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение (профиль – Холодильные машины и установки), образовательного уровня – бакалавриат, очной и заочной форм обучения / Карнаух В.В., Пьянкова Ю.В., Коновал А.С.; ГО ВПО «Донец.нац. ун-т. экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», каф. холод. и торг. техникиим. Осокина В.В. – Донецк: [ДонНУЭТ], 2020. – 93 с.

6. Теплотехника: метод. указ. к самост. изуч. темы «Реальные газы. водяной пар» для обуч.направл подг.: 13.03.03 Энергетическое машиностроение, 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 21.05.04 Горное дело очн. и заоч. форм обучения / В.В. Карнаух, А.Н. Лебедев; Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, каф. холод.и торг. техники, Донец. нац. техн. ун-т, каф. пром. теплоэнерг. – Донецк: ДонНУЭТ-ДонНТУ, 2024. – 36 с.

Электронные ресурсы дополнительные:

1. Дистанционный курс в системе Moodle. Режим доступа- https://distant.donnuet.education/course/view.php?id=1192
2. Лекция на канале YOUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме влажного воздуха, ссылка: https://www.youtube.com/watch?v=ouPU6W5MBi0&t=47s
3. Лекция на канале YOUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме холодильные агенты, Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=VC4xrWazdpI&t=114s
4. Лекция на канале YOUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме «Фазовые диаграммы реальных газов» Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=ZyZvM5nQknA&t=102s

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. IPRbooks: Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : [«АЙ Пи Эр Медиа»] / [ООО «Ай Пи Эр Медиа»]. – Электрон. текстовые, табл. и граф. дан. – Саратов, [2018]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru. – Загл. с экрана.
2. Elibrary.ru [Электронный ресурс] : науч. электрон. б-ка / ООО Науч. электрон. б-ка. – Электрон. текстовые. и табл. дан. – [Москва] : ООО Науч. электрон. б-ка., 2000- .– Режим доступа : https://elibrary.ru. – Загл. с экрана.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс] / [ООО «Итеос» ; Е. Кисляк, Д. Семячкин, М. Сергеев]. – Электрон. текстовые дан. – [Москва : ООО «Итеос», 2012-]. – Режим доступа : http://cyberleninka.ru. – Загл. с экрана.
4. Национальная Электронная Библиотека.
5. Book on lime : Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : ООО «Книжный дом университета». – Электрон. текстовые дан. – Москва, 2017. – Режим доступа : https://bookonlime.ru.– Загл. с экрана.
6. Университетская библиотека ONLINE : Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : ООО «Директ-Медиа». – Электрон. текстовые дан. – [Москва], 2001. – Режим доступа : https://biblioclub.ru**.** – Загл. с экрана.
7. Электронный каталог Научной библиотеки Донецкого национального университета экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского [Электронный ресурс] / НБ ДонНУЭТ. – Электрон. дан. – [Донецк, 1999-2024]. – Режим доступа: http://catalog.donnuet.education – Загл. с экрана.

16. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы мультимедийные средства (проекторы, ноутбуки);

Лекции-презентации, представленные в компьютерной программе Power Point: «Теплоемкость идеальных газов», «Реальные газы», «Теплопроводность», «Классификация теплообменных аппаратов», «Теплоотдача» «Фазовые диаграммы холодильных агентов» Компьютеризированные мини-фильмы на тему «Классификация и принцип работы ДВС», «Работа теплового насоса», «Принцип работы холодильника», «Принцип работы солнечных коллекторов», демонстрируемые на плазменной панели.

Лабораторные стенды: «Определение коэффициента теплопроводности методом трубы», «Исследование процесса теплоотдачи при свободном движении воздуха», «Исследования процесса излучения», «Исследование изохорного процесса» и другие. Комплект диаграмм *I-s, ι-d, t-d*.

Модель двигателя внутреннего сгорания.

Модель автономного кондиционера. Действующая модель сплит-системы.

17. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Фамилия, имя, отчества	Условия привлечения (по основному месту работы, на условиях внутреннего/ внешнего совмести-тельства; на условиях договора гражданско-правового характера (далее – договор ГПХ)	Должность, ученая степень, ученое звание	Уровень образования, наименование специальности, направления подготовки, наименование присвоенной квалификации	Сведения о дополнительном профессиональном образовании*
Карнаух Виктория Викторовна	По основному месту работы	Должность-профессор кафедры холодильной и торговой техники имени Осокина В.В., доктор технических наук, ученое звание – доцент	Высшее, оборудование перерабатывающих и пищевых производств, инженер-механик, диплом доктора технических наук ДОК №005148	1.Сертификат о повышении квалификации №0270 от 15.02.2019г., «Комплексное сопровождение образовательного процесса обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья», 16 часов, Государственная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». 2. Свидетельство №027-20 от 28.02.2020г., «Иностранный язык (английский)», 100 часов, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Донецкий национальный университет», г.Донецк 3. Сертификат о прохождении очного повышения квалификации по программе «Энергомашиностроение» (объем 36

				час.) в институте двигателей и энергетических установок ФГАОУВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.Королева», г. Самара) с 18 по 29 апреля 2022г. 4. Свидетельство о повышении квалификации № 771802829972 от 27.05.2022г. «Работа в электронной информационно-образовательной среде» ФГБОУВО «Российский эк ономический университет имени Г.В.Плеханова», г. Москва; 5. Свидетельство о повышении квалификации № 771802829900 от 27.05.2022г. «Цифровая трансформация управления» ФГБОУВО «Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова», г. Москва. 4. Удостоверение о повышении квалификации № 612400031805 от 09.06.2023г. «Организационно-методические аспекты разработки и реализации программ высшего образования по направлениям подготовки физико-технические науки и технологии» ФГБОУВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону. 5. Удостоверение № 612400044003 о повышении квалификации ДГТУ «Научно-технологическое развитие РФ в области АПК и машиностроения» с 17-19.09.2024г. ; 6. Удостоверение № 7220324004406 о повышении квалификации Тюменский гос.университет «Методика антикоррупционного просвещения и воспитания в организациях высшего образования; выписка из протокола заседания кафедры № 5 от 14.10.2024 о внедрении результатов в учебный процесс
Пьянкова Юлия Валерьевна	На условиях внутреннего совмести-тельства	Должность – старший преподаватель	Высшее, специальность: Оборудование перерабатывающих и пищевых производств, профессионал в сфере оборудования	1. 1. РЭУ имени Г.В.Плеханова «Работа в электронной информационно- образовательной среде» в объеме 16 часов, удостоверение №771802830051 от 27.05.2022 г. (г. Москва); 2. ФГБОУ ВО «Донской государственный технический

			перерабатывающих и пищевых производств	университет» по программе повышения квалификации «Актуальные вопросы преподавания в образовательных учреждениях высшего образования: нормативно-правовое, психолого-педагогическое и методическое сопровождение» в объеме 24 часа, удостоверение о повышении квалификации №612400027055 от 24.09.2022 г. (регистрационный № 1- 14537 г. Ростов-на- Дону); 3. Стажировка на предприятии ООО «Донецкий комбинат замороженных продуктов» (г. Макеевка) по направлению «Современные технологии холодильной обработки полуфабрикатов» без отрыва от производства с 14.11.2022 по 13.12.2022 г., справка о прохождении стажировки №01-03 от 14.12.2022 г. 4. ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» по программе повышения квалификации «Организационно-методические аспекты разработки и реализации программ высшего образования по направлениям подготовки Физико-технические науки и технологии» в объеме 36 часов, удостоверение о повышении квалификации №612400031806 от 09.06.2023 г. (регистрационный № 1- 18134 г. Ростов-на- Дону); 5. ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ» ЦДПО курсы повышения квалификации «Деловой русский язык и культура речи» в объеме 70 часов, сертификат о повышении квалификации от 27.11.2023 г. (регистрационный номер 2/23 г. Донецк); 6. ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ» учебная программа Школы педагогического мастерства в объеме 20 часов, сертификат о повышении педагогического мастерства от 10.10.2024 г. (регистрационный номер 0489 г. Донецк)

Примечание. За последние 3 года