Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крылова Людмила Вячеславовна
Должность: Проректор по учебно-методической работе
Дата подписания: 28.10.2026 17:31:55
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)
« 25 » марта 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.21 ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

(название дисциплины)

Укрупненная группа направлений подготовки 13.00.00 Электро- и теплоэнергетика
Образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата
Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение
Профиль: Холодильные машины и установки
Институт пищевых производств
Форма обучения, курс: очная форма обучения 1 курс
заочная форма обучения 1 курс

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

Донецк
2026

Рабочая программа дисциплины «Техническая термодинамика» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профилю: Холодильные машины и установки, разработана в соответствии ОПОП ВО для набора обучающихся 2026 г.

Разработчик: Карнаух В.В., профессор кафедры холодильной и торговой техники имени Осокина В.В., доктор технических наук, доцент

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры холодильной и торговой техники имени Осокина В.В.

Протокол от "09" февраля 2026 года № 24
Заведующий кафедрой холодильной и торговой техники имени Осокина В.В.

_____ К.А. Ржесик
(подпись) (фамилия и инициалы)

СОГЛАСОВАНО:
Директор института пищевых производств
_____ Д.К.Кулешов
(подпись) (фамилия и инициалы)

«_24_» _февраля_ 2026 года

ОДОБРЕНО

Учебно-методическим советом ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ»
Протокол от «25» марта 2026 года № 8
Председатель _____ Л.В.Крылова
(подпись) (инициалы, фамилия)

© Карнаух В.В., 2026 год
© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2026 год

1. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<table>
<tr><td rowspan="2">Наименование показателя</td><td rowspan="2">Наименование укрупненной группы направлений подготовки, направление подготовки, профиль, программа высшего образования</td><td colspan="2">Характеристика дисциплины</td></tr>
<tr><td>очная форма обучения</td><td>заочная/ очно-заочная форма обучения</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Количество зачетных единиц – 5</td><td>Укрупненная группа направлений подготовки
13.00.00 Электро-и теплоэнергетика
(код, название)</td><td colspan="2" rowspan="2">_____обязательная _____</td></tr>
<tr><td>Направление подготовки
13.03.03 Энергетическое машиностроение
(код, название)</td></tr>
<tr><td>Модулей – 2</td><td rowspan="5">Профиль
Холодильные машины и установки
(название)</td><td colspan="2">Год подготовки</td></tr>
<tr><td>Смысловых модулей – 4</td><td>1-й</td><td>1 -й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Общее количество

часов – 180</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекции</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Количество часов в неделю для очной формы обучения: 11

аудиторных – 6;
самостоятельной работы обучающегося – 4,7</td><td rowspan="11">Программа высшего образования – программа бакалавриата</td><td>48 час.</td><td>6 час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практические, семинарские занятия</td></tr>
<tr><td>_-__час.</td><td>_-__час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторные занятия</td></tr>
<tr><td>48 час.</td><td>8 час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостоятельная работа</td></tr>
<tr><td>48,2 час.</td><td>150,7 час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма промежуточной аттестации:</td></tr>
<tr><td>экзамен</td><td>экзамен</td></tr>
</table>

Соотношение количества часов аудиторных занятий и самостоятельной работы составляет:

для очной формы обучения – 96:48,2

для заочной формы обучения – 14:150,7

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: Формирование знаний о физико-химической сущности процессов и использование основных законов термодинамики в комплексной производственно-технологической деятельности; формирование знаний о закономерностях взаимного преобразования различных видов энергии в процессах, происходящих в макроскопических системах и сопровождающихся тепловыми эффектами; формирование знаний необходимых для расчета и грамотной эксплуатации технологического (теплового и холодильного) оборудования пищевых производств; решение вопросов оптимизации работы теплоэнергетических установок и защиты окружающей среды**.**

Задачи дисциплины:

обеспечение базовой теплотехнической подготовки, включающей освоение основных законов термодинамики и методов их применения для анализа и расчета процессов, используемых в тепловых машинах и других теплотехнических установках; 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 ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.О 21 «Техническая термодинамика» относится к обязательной части ОПОП ВО.

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

Знания, полученные при изучении дисциплины «Техническая термодинамика», будут использовании в таких курсах как **«**Тепло- и массообмен**»,** «Кондиционирование воздуха», **«**Теплоиспользующие холодильные машины и тепловые насосы», «Системы холодоснабжения предприятий торговли», «Холодильные машины, установки и криогенная техника», «Монтаж, эксплуатация, диагностика и ремонт холодильных установок», «Холодильное технологическое оборудование», «Альтернативная энергетика», «Холодильная технология» и при выполнении тепловых расчетов в выпускной квалификационной работе (бакалаврской работе).

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО УДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Код и наименование компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*
ОПК-4. Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	ОПК-4.1 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики. ОПК-4.2 Выполняет расчеты основных показателей термодинамических циклов и проводит анализ их эффективности. ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа. ОПК-4.4 Определяет параметры потоков рабочих сред. ОПК-4.5 Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы. ОПК-4.6 Проводит исследования и расчет процессов тепломассообмена в соответствии с заданной методикой.

В результате освоения 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 с целью повышения тепловой экономичности, уменьшения капитальных затрат, уменьшения или сведения к минимуму отрицательного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации этого оборудования.

Уметь:

выполнять необходимые расчеты для грамотной эксплуатации технологического (теплового и холодильного) оборудования пищевых производств;

проводить необходимые термодинамические расчеты, необходимые для подбора и эффективной эксплуатации теплотехнического оборудования; осуществлять выбор оптимальных вариантов при решении практических задач, связанных с совершенствованием и работой разнообразного теплотехнического оборудования;

делать технико-экономическую оценку эффективности принимаемых решений в области теплоснабжения;

решать вопросы оптимизации работы теплоэнергетических установок и защиты окружающей среды.

Владеть:

навыками теплотехнического анализа всех термодинамических процессов: методами расчета термодинамических процессов реальных газов и паров; владеть современными инструментами (программами) для поиска и обработки инженерной информации, выполнения теплотехнических расчетов; владеть инженерными методами рационального использования энергетических ресурсов.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Смысловой модуль 1. Основные понятия технической термодинамики. Законы термодинамики

Тема 1. Идеальный газ: параметры состояния, законы. Термодинамические системы.

Тема 2. Газовые смеси.

Тема 3. Теплоемкость идеальных газов и их смесей.

Тема 4. Первый закон термодинамики.

Тема 5. Второй закон термодинамики.

Тема 6. Дифференциальные уравнения термодинамики.

Тема 7. Анализ термодинамических процессов.

Смысловой модуль 2. Термодинамика реальных рабочих тел и потока.

Тема 8. Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов.

Тема 9. Термодинамические процессы реальных газов и водяного пара.

Тема 10. Уравнение первого закона термодинамики для потока.

Тема 11. Влажный воздух.

Смысловой модуль 3. Основы теории идеальных циклов тепловых машин.

Тема 12. Классификация тепловых машин.

Тема 13. Идеальный и реальный циклы теплосиловых установок.

Тема 14. Циклы газотурбинных установок.

Тема 15. Циклы паросиловых установок.

Смысловой модуль 4. Обратные циклы. Эксергетический анализ термодинамических циклов.

Тема 16. Циклы холодильных машин.

Тема 17. Циклы тепловых насосов.

Тема 18. Эксергия - мера качества энергоресурсов.

6. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Название смысловых модулей и тем	Количество часов											
	очная форма обучения						заочная форма обучения					
	всего	в том числе					всего	в том числе				
		л[1]	п[2]	лаб[3]	Пр[4]	СР[5]		л	п	лаб	Пр	СР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1.												
Смысловой модуль 1. Основные понятия технической термодинамики. Законы термодинамики												
Тема 1. Идеальный газ: параметры состояния, законы. Термодинамические системы.	**5**	2	-	2	-	1	6,2	0,2	-	-	-	6
Тема 2. Газовые смеси.	**5**	2	-	2	-	1	7,3	0,3	-	1	-	6
Тема 3. Теплоемкость идеальных газов и их смесей.	**7**	2	-	4	-	1	6,8	0,3	-	0,5	-	6
Тема 4. Первый закон термодинамики.	**2**	1	-	-	-	1	6,2	0,2	-	-	-	6
Тема 5. Второй закон термодинамики.	**4**	1	-	2	-	1	6,2	0,2	-	-	-	6
Тема 6. Дифференциальные уравнения термодинамики.	**3**	2	-	-	-	1	6,3	0,3	-	-	-	6
Тема 7. Анализ термодинамических процессов.	**5**	2	-	2	-	1	7,0	0,5	-	0,5	-	6
Итого по смысловому модулю 1	**31**	**12**	**-**	**12**	**-**	**7**	**46**	**2**	-	**2**	-	**42**
Смысловой модуль 2. Термодинамика реальных рабочих тел и потока.												
Тема 8. Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов.	**9**	4	-	4	-	1	6,5	0,5	-	-	-	6

Тема 9. Термодинамические процессы реальных газов и водяного пара.	**10**	4	-	4	-	2	7,5	0,5	-	1	-	6
Тема 10. Уравнение первого закона термодинамики для потока.	**5**	2	-	2	-	1	6,5	0,5	-	-	-	6
Тема 11. Влажный воздух.	**9**	4	-	4	-	1	9,5	0,5	-	1	-	8
Итого по смысловому модулю 2	**33**	**14**		**14**		**5**	**30**	**2**	**-**	**2**	**-**	**26**
Смысловой модуль 3. Основы теории идеальных циклов тепловых машин												
Тема 12. Классификация тепловых машин.	**3**	2	-	-	**-**	1	6,2	0,2	-	-	-	6
Тема 13. Идеальный и реальный циклы теплосиловых установок.	**10**	4	-	4	**-**	2	9,2	0,2	-	1	-	8
Тема 14. Циклы газотурбинных установок.	**7**	2	-	4	**-**	1	6,3	0,3	-	-	-	6
Тема 15. Циклы паросиловых установок.	**10**	4	-	4	**-**	2	9,3	0,3	-	1	-	8
Итого по смысловому модулю 3	**30**	**12**	**-**	**12**	**-**	**6**	**33**	**1**	**-**	**2**	**-**	**30**
Смысловой модуль 4. Обратные циклы. Эксергетический анализ термодинамических циклов												
Тема 16. Циклы холодильных машин.	9	4		4		1	9,2	0,2	-	1	-	8
Тема 17. Циклы тепловых насосов.	5	2		2		1	9,4	0,4	-	1	-	8
Тема 18. Эксергия - мера качества энергоресурсов	9,2	4		4		1,2	10,1	0,4	-	-	-	9,7
Итого по смысловому модулю 4	23,2	**10**		**10**		**3,2**	**28,7**	**1**	-	**2**	-	**25,7**
Всего часов:	117,2	**48**		**48**		**21,2**	**137,7**	**6**	**-**	**8**	**-**	**123,7**
Модуль 2												
Выполнение курсового проекта	**27**	-	**-**	**-**	**-**	27	**27**	**-**	**-**	**-**	**-**	**27**
Всего часов	**27**	-	**-**	**-**	**-**	**27**	**27**	**-**	**-**	**-**	**-**	**27**

Всего по смысловым модулям	**144,2**	**48**	**-**	**48**	**-**	**48,2**	**164,7**	**6**	**-**	**8**	**-**	**150,7**
Катт					**4,4**						**2,9**	
СРэк						**48,2**						
ИК					**2**						**2**	
КЭ					**2**						**2**	
Каттэк					**0,4**						**0,4**	
Контроль					**27**						**8**	
Всего часов	**180**	**48**	**-**	**48**	**35,8**	**48,2**	**180**	**6**	**-**	**8**	**15,3**	**150,7**

Примечания: 1. л – лекции;
2. п – практические (семинарские) занятия;
3. лаб – лабораторные занятия;
4. Пр – прочие виды работы (ИК, Катт, КЭ, Каттэк)
5. СР – самостоятельная работа;
6. ИК – индивидуальные консультации;
7. Катт – контактная работа на аттестацию в период теоретического обучения;
8. СРэк – самостоятельная работа в период экзаменационных сессий;
9. КЭ – консультации перед экзаменом
10. Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий.

7. ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная форма
1	Курсом не предусмотрены		
2			
….			
Всего:			

8. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная форма
1	Идеальный газ: параметры состояния, законы. Термодинамические системы.	2	-
2	Газовые смеси.	2	1
3	Теплоемкость идеальных газов и их смесей.	4	0,5
4	Первый закон термодинамики.	-	-
5	Второй закон термодинамики.	2	-
6	Дифференциальные уравнения термодинамики	-	-
7	Анализ термодинамических процессов	2	0,5
8	Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов.	4	-
9	Термодинамические процессы реальных газов и водяного пара.	4	1

10	Уравнение первого закона термодинамики для потока.	2	-
11	Влажный воздух.	4	1
12	Классификация тепловых машин	-	-
13	Идеальный и реальный циклы теплосиловых установок	4	1
14	Циклы газотурбинных установок	4	-
15	Циклы паросиловых установок.	4	1
16	Построение и расчет циклов паровой компрессионной холодильной машины на *lgP-h* диаграммах	4	1
17	Циклы тепловых насосов.	2	1
18	Эксергия - мера качества энергоресурсов	4	-
Всего:		**48**	**8**

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

номер п/п	**Название темы**	**Количество часов**	
		Очная форма обучения	**Заочная форма**
Смысловой модуль 1. Основные понятия технической термодинамики. Законы термодинамики			
1	Идеальный газ: параметры состояния, законы. Термодинамические системы.	1	6
2	Газовые смеси.	1	6
3	Теплоемкость идеальных газов и их смесей.	1	6
4	Первый закон термодинамики.	1	6
5	Второй закон термодинамики.	1	6
6	Дифференциальные уравнения т/д.	1	6
7	Анализ термодинамических процессов	1	6
Смысловой модуль 2. Термодинамика реальных рабочих тел и потока			
8	Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов.	1	6
9	Термодинамические процессы реальных газов и водяного пара.	2	6
10	Уравнение первого закона термодинамики для потока.	1	6
11	Влажный воздух.	1	8
Смысловой модуль 3. Основы теории идеальных циклов тепловых машин			
12	Тепловые машины	1	6
13	Идеальный и реальный циклы теплосиловых установок	2	8
14	Циклы газотурбинных установок	1	6
15	Циклы паросиловых установок.	2	8

Смысловой модуль 4. Обратные циклы. Эксергетический анализ термодинамических циклов			
16	Циклы холодильных машин.	1	8
17	Циклы тепловых насосов.	1	8
18	Эксергия - мера качества энергоресурсов	1,2	9,7
	Всего	**21,2**	**123,7**
	Курсовой проект	**27**	**27**
	Всего	**48,2**	**150,7**

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

В ходе реализации 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. СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Система оценивания по дисциплине, изучаемой в очной форме обучения*

Форма контроля	**Макс. количество баллов**	
	За одну работу	**Всего**
Текущий контроль:		
- дискуссия, устный опрос, собеседование (по каждой теме дисциплины)	1	4
- лабораторная работа (по темам, изучаемым в дисциплине)	3	12
- тестирование (по каждому модулю)	4	16
- разноуровневые задачи и задания (по каждой теме дисциплины)	2	8
- текущий модульный контроль		40
Промежуточная аттестация	экзамен	60
Итого за семестр	100	

* в соответствии с утвержденными оценочными материалами по учебной дисциплине

Система оценивания по дисциплине, изучаемой в заочной форме обучения*

Форма контроля	**Макс. количество баллов**	
	За одну работу	**Всего**
Текущий контроль:		
- дискуссия, устный опрос, собеседование (по каждой теме дисциплины)	1	4
- лабораторная работа (по темам, изучаемым в дисциплине)	3	12
- тестирование (по каждому модулю)	4	16
- разноуровневые задачи и задания (по каждой теме дисциплины)	2	8
- текущий модульный контроль		40
Промежуточная аттестация	экзамен	60
Итого за семестр	100	

Перечень типовых вопросов к экзамену:

Смысловой модуль 1. Основные понятия технической термодинамики. Законы термодинамики

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. Формулировки и математическое выражение первого закона термодинамики.

8.Теплота и работа как функции процесса. Аналитическое выражение теплоты и работы через параметры состояния. Графическое изображение.

9.Второй закон термодинамики, его сущность и формулировки.

10. Прямой и обратный циклы Карно. Теорема Карно.

11.Общая схема исследования термодинамических процессов идеального газа.

12.Аналитическое исследование изохорного процесса.

13.Аналитическое исследование изобарного процесса.

14.Аналитическое исследование изотермического процесса.

15.Аналитическое исследование адиабатного процесса.

16.Аналитическое исследование политропного процесса.

Смысловой модуль 2. Термодинамика реальных рабочих тел и потока

17.Реальные газы. Основные понятия и определения. Термодинамические диаграммы реальных газов.

18.I-s диаграмма состояния водяного пара. Определение параметров состояния водяного пара.

19.Построение процессов реальных газов и их расчет с помощью фазовых диаграмм.

20.Основные положения термодинамики потока рабочего тела (уравнение неразрывности струи, первый закон термодинамики для потока).

21. Понятие о сопловом и диффузорном течении газа или пара. Скорость истечения, секундный расход, располагаемое теплопадение при адиабатном истечении.

22.Критические параметры истечения.

23.Сопло Лаваля. Расчет процесса истечения через сопло Лаваля.

24.Расчет процесса истечения водяного пара с помощью i-s диаграмм.

25.Дросселирование газов и паров. Сущность процесса и его практическое использование. Графическое изображение процесса в тепловых диаграммах.

Смысловой модуль 3. Основы теории циклов тепловых машин

26.Классификация тепловых машин.

27.Теоретический цикл ДВС с изохорным подводом теплоты.

28.Тепловой расчет цикла ДВС с изохорным подводом теплоты. Определение термического КПД.

29.Теоретический цикл ДВС с изобарным подводом теплоты.

30.Тепловой расчет цикла ДВС с изобарным подводом теплоты. Определение термического КПД.

31.Теоретический цикл ДВС со смешанным подводом теплоты. Тепловой расчет цикла. Определение термического КПД.

32.Принципиальная схема и теоретический цикл газотурбинной установки.

33.Тепловой расчет цикла газотурбинной установки. Термический КПД.

34.Принципиальная схема паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина. Термический КПД цикла.

35. Схема и цикл ПСУ с промежуточным перегревом.

36. Схема и цикл ПСУ с регенерацией.

Смысловой модуль 4. Обратные циклы тепловых машин. Эксергетический анализ термодинамических циклов.

37.Принципиальная схема и цикл воздушной холодильной машины. Тепловой расчет цикла. Холодильный коэффициент.

38.Принципиальная схема и цикл базовой паровой компрессионной холодильной машины. Тепловой расчет цикла. Холодильный коэффициент.

39.Принципиальная схема и работа абсорбционной холодильной машины. Коэффициент использования теплоты.

40.Принципиальная схема и работа пароэжекторной холодильной машины. Коэффициент использования теплоты.

41. Тепловой насос: классификация и принцип действия.

42.Термодинамические характеристики, характеризующие работу ТН.

43. Термодинамические требования к хладагентам и хладоносителям, применяемым в холодильных и теплонасосных установках.

12. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ (для экзамена)

Максимальное количество баллов за текущий контроль и самостоятельную работу																		**Максимальная сумма баллов**		
																		Текущий контроль	**Экзамен**	**Все виды учебной деятельности**
Смысловой модуль 1							**Смысловой модуль 2**				**Смысловой модуль 3**				**Смысловой модуль 4**					
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т 1	Т2	Т3	Т4	Т1	Т2	Т3	Т4	Т1	Т2	Т3			
2	2	2	2	2	2	1	4	4	4	4	2	3	3	2	2	2	1			
13							**12**				**10**				**5**			**40**	**60**	**100**

Распределение баллов, которые получают студенты по зачетному модулю II (за выполнение курсового проекта)

Пояснительная записка, балл	**Графическая часть, балл**	**Защита проекта, балл**	**Максимальная сумма баллов**
до 40 баллов	до 20 баллов	до 40 баллов	100

Государственная шкала оценивания академической успеваемости

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	**По государственной шкале**
90 - 100	5 «Отлично» / «зачтено»
75 - 89	4 «Хорошо» / «зачтено»
60 - 74	3 «Удовлетворительно» / «зачтено»
менее 60	2 «Неудовлетворительно» / «не зачтено»

13. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

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. 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

Дополнительная литература:

1. Скаков, С. В. Техническая термодинамика : курс лекций / С. В. Скаков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 122 с. — ISBN 978-5-88247-698-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/55663.html
2. 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

Учебно-методические издания:

1. Техническая термодинамика : методические рекомендации для проведения **практических (семинарских) занятий** : для обучающихся по направлениям подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 21.05.04 Горное дело, всех форм обучения / А.Н. Лебедев, В.В. Карнаух, Е.И. Волкова ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Донец. нац. техн. ун-т, Каф. пром. теплоэнергетики, Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, Каф. холодил. и торговой техники им. Осокина В.В. – Донецк : ДОННТУ : ДОННУЭТ, 2025. – 43, [1] с. – Текст : электронный.
2. Техническая термодинамика : методические рекомендации к **самостоятельной работе** и выполнению индивидуальных заданий : для обучающихся по направлениям подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 21.05.04 Горное дело, всех форм обучения / А.Н. Лебедев, В.В. Карнаух, Е.И. Волкова ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Донец. нац. техн. ун-т, Каф. пром. теплоэнергетики, Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, Каф. холодил. и торговой техники им. Осокина В.В. – Донецк : ДОННТУ : ДОННУЭТ, 2025. – 72, [1] с. – Текст : электронный.
3. 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.
4. Теплотехника. Техническая термодинамика: метод. указ. для **самост. изуч**. дисциплины для студ. напр. подг. 13.03.03 Энергетическое машиностроение (Профили: Холодильные машины и установки, Энергоэффективность и энергосбережение на промышленном предприятии, Технологии проектирования энергетических систем холодильной и криогенной техники, Автоматические системы энергетических установок), 15.03.02 Технологические машины и оборудование (Профиль: Оборудование перерабатывающих и пищевых производств) очной и заочной форм обучения / В.В.Карнаух, Д.А. Угланов, Ю.В. Пьянкова, А.С. Коновал – Донецк: ДОННУЭТ, 2022. – 95 с.
5. 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. холодил.и торг. техники. Донец. нац. техн. ун-т, каф. пром. теплоэнерг. – Донецк: ДонНУЭТ-ДонНТУ, 2023. – 36 с.

6. Техническая термодинамика [электр.ресурс]: **консп.лекц**. для студ. напр. подг. 13.03.03 Энергетическое машиностроение (профиль Холодильные машины и установки), 15.03.02 Технологические машины и оборудование (профиль Оборудование перерабатывающих и пищевых и производств), 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, образовательного уровня – бакалавриат, очной и заочной форм обучения/ В.В.Карнаух, – Донецк: ГО ВПО «ДонНУЭТ», 2019. – 121 с.
7. Техническая термодинамика: методические рекомендации для выполнения **курсового** проекта на тему «Расчет термодинамического цикла паросиловой установки» для обучающихся направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение (Профиль: Холодильные машины и установки), очной и заочной форм обучения / В.В. Карнаух, Ю.В. Пьянкова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, Кафедра холодильной и торговой техники имени Осокина В.В. – Донецк : ДОННУЭТ, 2024.– 40 с. – Текст : электронный.
8. Лекция на канале RUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме «Фазовые диаграммы реальных газов — как инструмент инженерных расчетов», ссылка https://rutube.ru/video/a97ce914dc18c563f4c3f0ecd29c7fbe/
9. Лекция на канале RUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме «О применении критериев TEWI, LCCP и LCC для сравнения энергопреобразующих холодильных систем» ссылка: https://rutube.ru/video/b89cdb7a9bdeaf0e9aeb5f44c31553e0/
10. Лекция на канале RUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме «Об использовании программного продукта REFPROP для инженерных расчетов», ссылка https://rutube.ru/video/f816ac29086c9dcc3a928c4bcfcdf207/
11. Лекция на канале RUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме «О применении симуляционной программы DWSIM для решения задач термодинамики. Часть 1», ссылка https://rutube.ru/video/14ffec635ba7c32c84ceeb960dd392bc/.
12. Лекция на канале RUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме «I-d Диаграмма состояния влажного воздуха: структура и область применения», ссылка https://rutube.ru/video/5c23476b49a66a0e13bb00ede28c9946/

14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1.Автоматизированная библиотечная информационная система Unilib UC : версия 2.110 // Научная библиотека Донецкого национального университета экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского. – [Донецк, 2021–]. – Текст : электронный.

2.Электронный каталог Научной библиотеки Донецкого национального университета экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского. – Донецк : НБ ДОННУЭТ, 1999– . – URL:http://catalog.donnuet.ru. – Текст : электронный.

3.Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро». – Москва : ООО «Дата Экспресс», 2024– . – Текст : электронный.

4.IPR SMART : весь контент ЭБС Ipr books : цифровой образовательный ресурс / ООО «Ай Пи Эр Медиа». – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2007 –. – URL:http://www.iprbookshop.ru. – Режим доступа: для авторизированных пользователей. – Текст. Аудио. Изображения : электронные.

5.Лань : электронная-библиотечная система. – Санкт-Петербург : Лань, cop. 2011–2024. – URL:https://e.lanbook.com/ – Режим доступа: для авторизированных пользователей. – Текст : электронный.

6.СЭБ : Консорциум сетевых электронных библиотек / Электронная-библиотечная система «Лань» при поддержке Агентства стратегических инициатив. – Санкт-Петербург :

Лань, cop. 2011–2024. – URL:https://seb.e.lanbook.com/ – Режим доступа : для пользователей организаций – участников, подписчиков ЭБС «Лань». – Текст : электронный.

7.Polpred : электронная библиотечная система : деловые статьи и интернет-сервисы / ООО «Полпред Справочники». – Москва : Полпред Справочники, cop. 1997–2024. – URL:https://polpred.com. – Текст : электронный.

8.Book on lime : дистанционное образование : электронная библиотечная система / издательство КДУ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва : КДУ, cop. 2017 –. – URL:https://bookonlime.ru. – Текст . Изображение. Устная речь : электронные.

9.Информио : электронный справочник / ООО «РИНФИЦ». – Москва : Издательский дом «Информио», 2009 –. – URL: https://www.informio.ru. – Текст : электронный.

10.Университетская библиотека онлайн : электронная библиотечная система. – ООО «Директ-Медиа», 2006–. – URL:https://biblioclub.ru/ – Режим доступа: для авторизированных пользователей. – Текст : электронный.

11.Научно-информационный библиотечный центр имени академика Л.И. Абалкина / Российский экономический унтиниверситет имени В.Г. Плеханова. – Москва : KnowledgeTree Inc., 2008– . – URL:http://liber.rea.ru/login.php. – Режим доступа: для авторизированных пользователей. – Текст : электронный.

12.Библиотечно-информационный комплекс / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. – Москва : Финансовый университет, 2019– . – URL:http://library.fa.ru/ – Режим доступа: для авторизированных пользователей. – Текст : электронный.

13.Зональная научная библиотека имени Ю.А. Жданова / Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2016 – . – URL:https://library.lib.sfedu.ru/ – Режим доступа: для авторизированных пользователей. – Текст : электронный.

14.Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: информационно- аналитический портал / ООО Научная электронная библиотека. – Москва : ООО Научная электронная библиотека, cop. 2000–2024. – URL:https://elibrary.ru. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст : электронный.

15.CYBERLENINKA : Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» / [Е. Кисляк, Д. Семячкин, М. Сергеев ; ООО «Итеос»]. – Москва : КиберЛенинка, 2012 – . – URL:http://cyberleninka.ru. – Текст : электронный.

16.Национальная электронная библиотека : НЭБ : федеральная государственная информационная система / Министерство культуры Российской Федерации [и др.]. – Москва : Российская государственная библиотека : ООО ЭЛАР, [2008 –]. – URL:https://rusneb.ru/ – Текст. Изображение : электронные.

15. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 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», «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, ı-d, t-d*.

Модель двигателя внутреннего сгорания.

Модель автономного кондиционера. Действующая модель сплит-системы.

16. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИО педагогического работника, участвующего в реализации образовательной программы	Условия привлечения (по основному месту работы, на условиях внутреннего/ внешнего совместительства; 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 В.В. Осокина, доктор технических наук, ученое звание – доцент	Высшее, оборудование перерабатывающих и пищевых производств, инженер-механик, диплом доктора технических наук ДОК №005148	1. 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», 36 ч. ФГБОУВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону. 2. Удостоверение № 612400044003 о повышении квалификации ДГТУ «Научно-технологическое развитие РФ в области АПК и машиностроения» с 17-19.09.2024г. ; 3. Удостоверение № 7220324004406 о повышении квалификации Тюменский гос.университет «Методика антикоррупционного просвещения и воспитания в организациях высшего образования», 18 часов, г. Тюмень; 4.Диплом № ПП 002266 от 15.01.2026г. программа профессиональной переподготовки по программе «Промышленная теплоэнергетика» на базе ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», кол-во 260

				часов, г. Йошкар Ола. 5.Удостоверение № 692417488791 от 04.03.2026г. о прохождении дополнительной профессиональной программы «Стартап как диплом: вопросы руководства и подготовки», кол-во часов 36, на базе ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г.Тверь. 6. Удостоверение о повышении квалификации №770400862745 от 30 декабря 2025г. «Профессиональный английский для сотрудников и менеджеров предприятий», 108 час. ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва. 7.Удостоверение о повышении квалификации №1815 от 17 февраля 2026г. «Статистика, эконометрическое моделирование и системный анализ», 72 часа, частное учреждение доп.проф. образования «Институт повышения квалификации ПРОФИТ» (г. Ярославль)
Пьянкова Юлия Валерьевна	По основному месту работы	Должность – старший преподаватель	Высшее, оборудование перерабатывающих и пищевых производств, инженер-механик	1. Удостоверение о повышении квалификации №612400031806 от 09.06.2023 г. (регистрационный № 1-18134) «Организационно-методические аспекты разработки и реализации программ высшего образования по направлениям подготовки Физико-технические науки и технологии» в объеме 36 часов, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону. 2. Сертификат о повышении квалификации от 27.11.2023 (регистрационный номер 2/23) «Деловой русский язык и культура речи» в объеме 70 часов, ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ» ЦДПО курсы повышения квалификации, г.

				Донецк. 3. Сертификат о повышении педагогического мастерства от 10.10.2024 г. (регистрационный номер 0489) учебная программа Школы педагогического мастерства в объеме 20 часов, ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ», г. Донецк. 4. Удостоверение о повышении квалификации № 722025013740 от 11.11.2025 г. «Методика антикоррупционного просвещения и воспитания в организациях высшего образования 2025» (для педагогических работников образовательных организаций) в объеме 18 часов, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.21 ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

(шифр и наименование учебной дисциплины)

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение,

(код и наименование направления подготовки)

Профиль Холодильные машины и установки

(наименование профиля/)

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

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 с целью повышения тепловой экономичности, уменьшения капитальных затрат, уменьшения или сведения к минимуму отрицательного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации этого оборудования.

Уметь:

выполнять необходимые расчеты для грамотной эксплуатации технологического (теплового и холодильного) оборудования пищевых производств;

проводить необходимые термодинамические расчеты, необходимые для подбора и эффективной эксплуатации теплотехнического оборудования; осуществлять выбор оптимальных вариантов при решении практических задач, связанных с совершенствованием и работой разнообразного теплотехнического оборудования;

делать технико-экономическую оценку эффективности принимаемых решений в области теплоснабжения;

решать вопросы оптимизации работы теплоэнергетических установок и защиты окружающей среды.

Владеть:

навыками теплотехнического анализа всех термодинамических процессов: методами расчета термодинамических процессов реальных газов и паров; владеть современными инструментами (программами) для поиска и обработки инженерной информации, выполнения теплотехнических расчетов; владеть инженерными методами рационального использования энергетических ресурсов.

Компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*
ОПК-4 Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	**ОПК-4.1** Демонстрирует понимание основных законов термодинамики. **ОПК-4.2** Выполняет расчеты основных показателей термодинамических циклов и проводит анализ их эффективности. **ОПК-4.3** Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа. **ОПК-4.4** Определяет параметры потоков рабочих сред. **ОПК-4.5** Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы. **ОПК-4.6** Проводит исследования и расчет процессов тепломассообмена в соответствии с заданной методикой

Смысловые модули и темы дисциплины:

Смысловой модуль 1. Основные понятия технической термодинамики. Законы термодинамики

Тема 1. Идеальный газ: параметры состояния, законы. Термодинамические системы.

Тема 2. Газовые смеси.

Тема 3. Теплоемкость идеальных газов и их смесей.

Тема 4. Первый закон термодинамики.

Тема 5. Второй закон термодинамики.

Тема 6. Дифференциальные уравнения термодинамики.

Тема 7. Анализ термодинамических процессов.

Смысловой модуль 2. Термодинамика реальных рабочих тел и потока.

Тема 8. Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов.

Тема 9. Термодинамические процессы реальных газов и водяного пара.

Тема 10. Уравнение первого закона термодинамики для потока.

Тема 11. Влажный воздух.

Смысловой модуль 3. Основы теории идеальных циклов тепловых машин.

Тема 12. Классификация тепловых машин.

Тема 13. Идеальный и реальный циклы теплосиловых установок.

Тема 14. Циклы газотурбинных установок.

Тема 15. Циклы паросиловых установок.

Смысловой модуль 4. Обратные циклы. Эксергетический анализ термодинамических циклов.

Тема 16. Циклы холодильных машин.

Тема 17. Циклы тепловых насосов.

Тема 18. Эксергия - мера качества энергоресурсов.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Разработчик

Карнаух Виктория Викторовна, д-р.техн.наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание научно-педагогического работника) *(подпись)*

Заведующий кафедрой

Ржесик Константин Адольфович, д-р.экон.наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание заведующего кафедрой) *(подпись)*

КАФЕДРА ХОЛОДИЛЬНОЙ И ТОРГОВОЙ ТЕХНИКИ ИМЕНИ ОСОКИНА В.В.