Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крылова Людмила Вячеславовна
Должность: Проректор по учебно-методической работе
Дата подписания: 28.10.2026 07:51:56
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
_____ Крылова Л.В.
(подпись)
«25» марта 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ФТД.01 ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

(шифр, название дисциплины)

Укрупненная группа направлений подготовки: 13.00.00 Электро- и теплоэнергетика (код, наименование)

Образовательная программа высшего образования: программа бакалавриата

Направление подготовки: 13.03.03 Энергетическое машиностроение (код, наименование)

Профиль: Холодильные машины и установки (код, наименование)

Институт: пищевых производств

Форма обучения, курс: очная форма обучения, 3 курс; заочная форма обучения, 3 курс

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

Донецк
2026

Рабочая программа дисциплины «Физика низких температур» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профилю: Холодильные машины и установки разработана в соответствии с ОПОП ВО ***для набора обучающихся 2026 года.***

Разработчик: Карнаух В.В., профессор кафедры ХТТ им. Осокина В.В., доктор технических наук, профессор;
Байда Б.Ю., старший преподаватель кафедры ХТТ им. Осокина В.В.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры холодильной и торговой техники имени Осокина В.В.
Протокол от «09» февраля 2026 года № 24

КАФЕДРА ХОЛОДИЛЬНОЙ И ТОРГОВОЙ ТЕХНИКИ ИМЕНИ ОСОКИНА В.В.

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

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

СОГЛАСОВАНО

Директор института пищевых производств

_____ Кулешов Д.К.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Дата « 24 » февраля 2026 года

ОДОБРЕНО

Учебно-методическим советом ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ»

Протокол от «25» марта 2026 года № 8

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

© Карнаух В.В., Байда Б.Ю., 2026 год
(ФИО разработчика/разработчиков)
© 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/ специальностей, направление подготовки/ специальность, профиль/ специализация/ магистерская программа, программа высшего образования</td><td colspan="2">Характеристика дисциплины</td></tr>
<tr><td>очная форма обучения</td><td>заочная форма обучения</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Количество зачетных единиц – 3</td><td>Укрупненная группа направлений подготовки
13.00.00 Электро- и теплоэнергетика</td><td colspan="2" rowspan="2">Часть, формируемая участниками образовательных отношений (обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений)</td></tr>
<tr><td>Направление подготовки
13.03.03 Энергетическое машиностроение</td></tr>
<tr><td>Модулей - 1</td><td rowspan="4">Профиль

Холодильные машины и установки</td><td colspan="2">Год подготовки</td></tr>
<tr><td>Смысловых модулей - 3</td><td>3-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Общее количество часов

108</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>5-й</td><td>Зимняя сессия</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекции</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Количество часов в неделю

для очной формы обучения:
аудиторных – 1,87;
самостоятельной работы обучающегося – 4,87</td><td rowspan="9">Программа высшего образования – программа бакалавриата</td><td>16 час.</td><td>_4_час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практические, семинарские занятия</td></tr>
<tr><td>14 час.</td><td>_6__час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторные занятия</td></tr>
<tr><td>---</td><td>---</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостоятельная работа</td></tr>
<tr><td>76,95 час.</td><td>_95,15_час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма промежуточной аттестации:</td></tr>
<tr><td>зачет</td><td>зачет</td></tr>
</table>

Соотношение количества часов аудиторных занятий и самостоятельной работы составляет:
для очной формы обучения - 30:78
для заочной формы обучения – 10:98

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины

- развитие понимания студентами физических основ и принципов получения низких температур, их измерения и возможности применения;
- формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с применением современных экспериментальных методик в области физики низких температур.

Задачи дисциплины

- представление основных разделов современной физики низких температур;
- получение навыков работы с литературными и электронными базами справочных данных;
- освоение методов расчета физических процессов в разнообразных низкотемпературных установках, решение практических задач, связанных с физическими процессами, протекающими в элементах низкотемпературного оборудования.:

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина ФТД.01 «Физика низких температур» относится к блоку «Факультативные учебные дисциплины».

Имеется логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с дисциплинами: «Химия», «Физика», «Техническая термодинамика», «Технологическое оборудование пищевых производств», «Холодильное технологическое оборудование пищевых производств».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, будут использованы при выполнении тепловых расчетов в выпускной квалификационной работе (бакалаврской работе).

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

В результате освоения учебной дисциплины должен обладать такими компетенциями:

Код и наименование компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*
ПК-9 Способен использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности	ПК-9.1 Способен к ведению оперативного учета средств измерений, испытаний и контроля, рабочих эталонов, стандартных образцов, методик измерений и испытаний ПК-9.3 Владеет правилами проведения метрологической экспертизы технической документации; ПК-9.4 Владеет методами выявления причин брака в производстве изделий машиностроения и разрабатывает рекомендации по его предупреждению

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- свойства физических тел при низких температурах;
- влияние холода на характеристики сварных, паяных, клеевых соединений;
- методы ожижения газов для получения низких температур;
- способы и методы получения низких температур;

уметь:

- анализировать низкотемпературные и тепловлажностные процессы, циклы, схемы установок;
- производить расчеты отдельных узлов и элементов низкотемпературных машин и систем;
- оценивать термодинамическую эффективность низкотемпературных машин и систем;
- осуществлять экспериментально-теоретические исследования холодильного оборудования;

владеть:

- знаниями, умениями и навыками для расчета термодинамических процессов в низкотемпературных установках, решения практических задач;
- методами термодинамического анализа и оценки эффективности процессов и циклов холодильных и криогенных установок;
- способностью к систематическому изучению научно-технической информации.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Смысловой модуль 1. Конструкционные материалы, используемые в низкотемпературной технике

Тема 1. Свойства твердых тел при низких температурах.
Тема 2. Влияние холода на характеристики соединений.
Тема 3. Методы измерения низких температур.
Смысловой модуль 2. Методы ожижения газов и холодильные циклы
Тема 4. Изоэнтропическое расширение с использованием детандеров.
Тема 5. Цикл Линде и цикл Клода.
Тема 6. Сосуды Дьюара для азота и гелия.
Смысловой модуль 3. Методы получения низких температур
Тема 7. Основные элементы конструкции и принцип работы рефрижератора растворения.
Тема 8. Адиабатическое размагничивание. Термодинамика метода.
Тема 9. Криогенная техника и технология ее изоляции

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]	СР[4]	Пр[5]		л	п	лаб	СР	Пр
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1.												
Смысловой модуль 1. Конструкционные материалы, используемые в низкотемпературной технике												
Тема 1. Свойства твердых тел при низких температурах	12,95	1	1		10,95		11,15	1	1		9,15	
Тема 2. Влияние холода на характеристики соединений	12	1	1		10		11	1	1		9	
Тема 3. Методы измерения низких температур	12	2	2		8		13	1	1		11	
Итого по смысловому модулю:	36,95	4	4		28,95		35,15	3	3		29,15	
Смысловой модуль 2. Методы ожижения газов и холодильные циклы												
Тема 4. Изоэнтропическое расширение с использованием детандеров.	12	2	2		8		12	0,5	0,5		11	
Тема 5. Цикл Линде и цикл Клода.	12	2	2		8		12		1		11	
Тема 6. Сосуды Дьюара для азота и гелия.	12	2	2		8		12		1		11	
Итого по смысловому модулю:	36	6	6		24		36	0,5	2,5		**33**	
Смысловой модуль 3. Методы получения низких температур												
Тема 7. Основные элементы конструкции и принцип работы рефрижератора растворения.	12	2	2		8		12	0,5	0,5		11	
Тема 8. Адиабатичес-кое	11	2	1		8		11				11	

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]	СР[4]	Пр[5]		л	п	лаб	СР	Пр
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
размагничивание. Термодинамика метода.												
Тема 9. Криогенная техника и технология ее изоляции	11	2	1		8		11				11	
Итого по смысловому модулю:	34	6	4		24		34	0,5	0,5		33	
Всего часов по смысловым модулям	106,95	16	14		76,95		105,15	4	6		95,15	
Катт	0,8					0,8	**0,6**					**0,6**
СРэк												
ИК												
КЭ												
Каттэк	0,25					0,25	**0,25**					**0,25**
Контроль							**2**					**2**
Всего часов:	108	**16**	14		76,95	1,05	108	4	6		95,15	2,85

Примечания: 1. л – лекции;
2. п – практические (семинарские) занятия;
3. лаб – лабораторные занятия;
4. СР – самостоятельная работа;
5. Пр – прочие виды работы (ИК, Катт, КЭ, Каттэк)
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	Свойства твердых тел при низких температурах.	1	1
2	Влияние холода на характеристики соединений.	1	1
3	Методы измерения низких температур.	2	1
4	Изоэнтропическое расширение с использованием детандеров.	2	0,5
5	Цикл Линде и цикл Клода.	2	1

6	Сосуды Дьюара для азота и гелия.	2	1
7	Основные элементы конструкции и принцип работы рефрижератора растворения	2	0,5
8	Адиабатическое размагничивание. Термодинамика метода.	1	
9	Криогенная техника и технология ее изоляции	1	
	Всего:	**14**	**6**

8. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Курсом не предусмотрены		

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Свойства твердых тел при низких температурах.	10,95	9,15
2	Влияние холода на характеристики соединений.	10	9
3	Методы измерения низких температур.	8	11
4	Изоэнтропическое расширение с использованием детандеров.	8	11
5	Цикл Линде и цикл Клода.	8	11
6	Сосуды Дьюара для азота и гелия.	8	11
7	Основные элементы конструкции и принцип работы рефрижератора растворения	8	11
8	Адиабатическое размагничивание. Термодинамика метода.	8	11
9	Криогенная техника и технология ее изоляции	8	11
	Всего:	76,95	95,15

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 слепых и 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;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования с использованием дистанционной системы Moodle;

3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания заменяются устным ответом;
- экзамен и 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.

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.

11. СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Система оценивания по учебной дисциплине по заочной форме обучения*

Форма контроля	**Макс. количество баллов**
	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	20 10 40 30
Промежуточная аттестация	*100*
Итого за семестр	*100*

* в соответствии с утвержденными оценочными материалами по учебной дисциплине

Вопросы к зачету:

1. Формулировки и математическое выражение первого закона термодинамики.
2. Теплота и работа как функции процесса. Аналитическое выражение теплоты и работы через параметры состояния. Графическое изображение.
3. Формулировки и математическое выражение второго закона термодинамики.
4. Формулировки и математическое выражение третьего закона термодинамики.
5. Рабочие тела криогенных газовых машин. Требования.
6. Назначение криогенных и низкотемпературных машин.
7. Основные этапы развития криогенных и низкотемпературных машин
8. Определение рациональной области применения расширительных машин
9. Устройство, действие и классификация поршневых детандеров
10. Основные определения. Индикаторная диаграмма поршневого детандера.
11. Энергетический баланс. Потери холодопроизводительности вследствие необратимости рабочих процессов.
12. Оценка эффективности поршневого детандера
13. Действительный цикл поршневого детандера. Влияние реальных свойств криоагента.
14. Области применения турбодетандеров. Схема, основные понятия
15. Расчет процесса в турбодетандере
16. Оптимизация параметров турбинной ступени
17. Термодинамический расчет газовой турбины. Определение геометрических и режимных параметров
18. Принцип действия и классификация
19. Принципиальные схемы криогенных газовых машин
20. Циклы и особенности рабочего процесса
21. Развитие теории и методов расчета криогенных газовых машин.
22. Гидродинамическая модель криогенной газовой машины.
23. Расчет индикаторных диаграмм полостей.
24. Аппараты внешнего теплообмена .
25. Конструкции и тепловой расчет регенераторов
26. Последовательность расчета криогенных газовых машин
27. Рекомендации по оптимизации криогенных газовых машин

12. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

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	**100**
10	10	10	10	10	10	15	15	10	
30			**30**			**40**			

Примечание. Т1, Т2, ... Т10 – номера тем соответствующих смысловых модулей

Государственная шкала оценивания академической успеваемости

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	По государственной шкале

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. Семикопенко, И. А. Холодильная техника : учебное пособие / И. А. Семикопенко, Д. В. Карпачев. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014. — 269 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/28417.html

2. 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.

3. 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.

4. 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.

Дополнительная:

1. 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]. — Режим доступа URL: http://www.iprbookshop.ru/63139.html

2. 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]. — Режим доступа URL: http://www.iprbookshop.ru/63486.html

3. Радченко, С. А. Теплотехника и энергетические машины [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. А. Радченко, А. Н. Сергеев ; М-во образования РФ, ФГБОУ ВО "Тул. гос. пед. ун-т им. Л. Н. Толстого" . ─ Тула : Изд-во ТулГУ, 2015 . ─ Локал. компьютер сеть НБ ДонНУЭТ.

4. Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты **:** учебник для вузов / [А. Н. Антонов, А. М. Архаров, И. А. Архаров и др.] ; под общ. ред. А. М. Архарова и И. К. Буткевича. – 2-е изд., испр. – Мо- сква : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 533, [3] с. : ил.

5. Криогенная техника [Электронный ресурс] : электрон. образоват. контент / [Е. В. Благин, С. О. Некрасова, Д. А. Угланов, А. А. Шиманов] ; М-во образования и науки Рос.

Федерации, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) (СГАУ). - Самара, 2013. - on-line

6.Лекция на канале YOUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме холодильные агенты, Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=VC4xrWazdpI&t=114s

7. Лекция на канале YOUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме «Фазовые диаграммы реальных газов» Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=ZyZvM5nQknA&t=102s

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 бибилиотек / 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

Лабораторные стенды: «Тепловой насос воздух – вода», абсорбционный вода-аммиачный холодильный прибор; комплект фазовых диаграмм холодильных агентов.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1. Учебная аудитория для проведения лекций. 2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий 3. Читальный зал библиотеки № 7304 для проведения самостоятельной работы	1. Учебная мебель, доска, мультимедийный проектор, экран, стенды. 2. Учебная мебель, доска 3. Компьютеры с выходом в сеть Интернет, доступ к электронно-библиотечной системе	Операционная система Microsoft Windows XP Professional OEM (2005 г.); Microsoft Office 2003 Standard Academic от 14.09.2005 г. Adobe Acrobat Reader (бесплатная версия).

16. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Фамилия, имя, отчество	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
Байда Борис Юрьевич	По основному месту работы	Должность – старший преподаватель	Высшее Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила	1. Удостоверение о повышении квалификации №1-15367 «Актуальные вопросы преподавания в образовательных учреждениях высшего образования: нормативно-правовое, психолого-педагогическое и

			Туган-Барановского, 2018 г., магистр по оборудованию перерабатывающих и пищевых производств,	методическое сопровождение», 24 часа, ФГБОУ ВО Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, 2023г. 2. Удостоверение о повышении квалификации №1-25180 «Система высшего образования как ключевой фактор научно-технологического развития» 24 часа, ФГБОУ ВО Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, 2024г. 3. Удостоверение о повышении квалификации № 7220324003479 по дополнительной профессиональной программе «Методика антикоррупционного просвещения и воспитания в организациях высшего образования (для педагогических работников)» 18 часов, ФГБОУ ВО ТЮМГУ, г. Тюмень, 2024г. 5. ФГБОУ ВО Тверской государственный университет. Программа повышения квалификации «Стартап как диплом: вопросы руководства и подготовки», удостоверение о повышении квалификации 692417488133, регистрационный номер 137-2025 от 04.03.2025 г. (36 часов) 6. ООО «Институт развития образования, повышения квалификации и переподготовки». Программа повышения квалификации «Современная цифровая образовательная среда», удостоверение о повышении квалификации 193105568139, регистрационный номер 456967 от 30.09.2025 г. (36 часов) 7. Тюменский государственный университет. ПК по дополнительной профессиональной программе «Методика антикоррупционного

				просвещения и воспитания в организациях высшего образования 2025» (для педагогических работников образовательных организаций), удостоверение о повышении квалификации регистрационный номер 722025012790 от 02 ноября 2025 г. (18 часов)

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
ДИСЦИПЛИНЫ ФТД.01 ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение;
Профиль: Холодильные машины и установки
Трудоемкость дисциплины: 3 з.е.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен

знать:

- свойства физических тел при низких температурах;
- влияние холода на характеристики сварных, паяных, клеевых соединений;
- методы ожижения газов для получения низких температур;
- способы и методы получения низких температур;

уметь:

- анализировать низкотемпературные и тепловлажностные процессы, циклы, схемы установок;
- производить расчеты отдельных узлов и элементов низкотемпературных машин и систем;
- оценивать термодинамическую эффективность низкотемпературных машин и систем;
- осуществлять экспериментально-теоретические исследования холодильного оборудования;

владеть:

- знаниями, умениями и навыками для расчета термодинамических процессов в низкотемпературных установках, решения практических задач;
- методами термодинамического анализа и оценки эффективности процессов и циклов холодильных и криогенных установок;
- способностью к систематическому изучению научно-технической информации.

Компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*
ПК-9 Способен использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности	ПК-9.1 Способен к ведению оперативного учета средств измерений, испытаний и контроля, рабочих эталонов, стандартных образцов, методик измерений и испытаний ПК-9.3 Владеет правилами проведения метрологической экспертизы технической документации; ПК-9.4 Владеет методами выявления причин брака в производстве изделий машиностроения и разрабатывает рекомендации по его предупреждению

Смысловые модули и темы дисциплины:

Модуль 1.

Смысловой модуль 1. Конструкционные материалы, используемые в низкотемпературной технике

Тема 1. Свойства твердых тел при низких температурах.

Тема 2. Влияние холода на характеристики соединений.

Тема 3. Методы измерения низких температур.

Смысловой модуль 2. Методы ожижения газов и холодильные циклы

Тема 4. Изоэнтропическое расширение с использованием детандеров.

Тема 5. Цикл Линде и цикл Клода.

Тема 6. Сосуды Дьюара для азота и гелия.

Смысловой модуль 3. Методы получения низких температур

Тема 7. Основные элементы конструкции и принцип работы рефрижератора растворения.

Тема 8. Адиабатическое размагничивание. Термодинамика метода.

Тема 9. Криогенная техника и технология ее изоляции

Промежуточная аттестация: зачет.

Разработчик

Байда Б.Ю., ст. преп. _____

(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

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

Ржесик К.А., д.э.н., доцент _____

(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

КАФЕДРА ХОЛОДИЛЬНОЙ И ТОРГОВОЙ ТЕХНИКИ ИМЕНИ ОСОКИНА В.В.