Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крылова Людмила Вячеславовна
Должность: Проректор по учебно-методической работе
Дата подписания: 28.10.2026 [illegible]
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

Б.1.О.22 ТЕПЛО- И МАССООБМЕН

(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 2 курс
заочная форма обучения 2 курс

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

Донецк
2026

Рабочая программа дисциплины «Тепло- и массообмен» 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 ХТТ, 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 форма обучения</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Количество зачетных единиц – 4</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 – 1</td><td rowspan="6">Профиль
Холодильные машины и установки
(название)</td><td colspan="2">Год подготовки</td></tr>
<tr><td>Смысловых модулей – 4</td><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Общее количество часов – 108</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекции</td></tr>
<tr><td>16 час.</td><td>6 час.</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Количество часов в неделю для очной формы обучения: 6,75

аудиторных – 3;
самостоятельной работы обучающегося – 3,8</td><td rowspan="10">Программа высшего образования – программа бакалавриата</td><td colspan="2">Практические, семинарские занятия</td></tr>
<tr><td>14 час.</td><td>4 час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторные занятия</td></tr>
<tr><td>16 час.</td><td>4 час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостоятельная работа</td></tr>
<tr><td>60,95 час.</td><td>90,85 час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма промежуточной аттестации:</td></tr>
<tr><td>зачет с оценкой</td><td>зачет с оценкой</td></tr>
</table>

1. Соотношение количества часов аудиторных занятий и самостоятельной работы составляет:

   для очной формы обучения - 46:60,95;
   для заочной формы обучения - 14:90,85.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: Формирование знаний по теории тепломассообмена и ее практическом применении в последующих специальных дисциплинах, на стадии курсового и дипломного проектирования и в профессиональной деятельности; 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 закономерностей основных процессов тепломассообмена

(теплопроводности, конвекции, теплового излучения), также конвективной теплоотдачи, теплообмена при изменении агрегатного состояния вещества, массообмена; изучение сложного процесса теплопередачи и основ расчета теплообменных аппаратов; ознакомление с путями решения современных проблем тепломассообмена, проведения тепловых расчетов, решения практических задач, связанных с тепломассообменом в элементах энергетического оборудования.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б.1.О 31 «Тепло-массообмен»
(шифр, название учебной дисциплины в соответствии с учебным планом)
относится к обязательной части ОПОП ВО.

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

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, будут использовании в таких курсах как**,** «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 ДИСЦИПЛИНЕ, 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 законы теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена; способы расчета процессов тепломассообмена, в том числе при совместном участии

нескольких видов теплообмена; способы моделирования тепломассообменных процессов; основы расчета теплообменных аппаратов.

уметь: анализировать характеристики систем теплотехнического оборудования; рассчитывать количество теплоты, передаваемой теплопроводностью, конвекцией и излучением в узлах теплотехнического оборудования;

рассчитывать потери теплоты и тепловые сопротивления в теплотехнических системах; выбирать тип, конструкцию теплообменного аппарата для заданного теплотехнического оборудования;

оценивать эффективность выбора схем и составных частей действующих теплообменных аппаратов;

рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена.

владеть: основами анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности с использованием вычислительной техники и программного обеспечения; терминологией в области тепломассобмена, основными источниками информации и справочными данными по тепломассобмену.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Смысловой модуль 1. Основы теплообмена. Теплопроводность.

Тема 1. Основные понятия тепло- и массообмена.

Тема 2. Теплопроводность плоской цилиндрической и шаровой стенок при стационарном тепловом режиме.

Тема 3. Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме.

Смысловой модуль 2. Конвективный теплообмен и тепловое излучение.

Тема 4. Основы теории пограничного слоя.

Тема 5. Основы теории подобия физических явлений.

Тема 6. Частные случаи теплоотдачи.

Тема 7. Передача теплоты излучением.

Смысловой модуль 3. Теплопередача.

Тема 8. Уравнение теплового баланса и теплопередачи.

Тема 9. Определение среднелогарифмического температурного напора.

Тема 10. Классификация и расчет теплообменных аппаратов.

Смысловой модуль 4. Массообмен.

Тема 11. Основные закономерности массопереноса.

Тема 12. Числа подобия (безразмерные комплексы) тепломассопереноса.

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. Основы теплообмена. Теплопроводность												
Основные понятия тепло-и массообмена	**6**	1	-	-	-	5	7,25	0,25	-	-	-	7
Теплопроводность плоской, цилиндрической и шаровой стенок при стационарном	**11**	2	2	2	-	5	9,5	0,5	-	2	-	7

тепловом режиме												
Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме.	**10**	1	2	2	-	5	7,25	0,25	-	-	-	7
Итого по смысловому модулю:	**27**	**4**	**4**	**4**	**-**	**15**	**24**	**1**	**-**	**2**	-	**21**
Смысловой модуль 2. Конвективный теплообмен и тепловое излучение												
Основы теории пограничного слоя.	**5,5**	0,5	-	-	-	5	7,5	0,5	-	-	-	7
Основы теории подобия физических явлений	**5,5**	0,5	-	-	-	5	7,5	0,5	-	-	-	7
Частные случаи теплоотдачи	**13**	2	4	2	-	5	9,5	0,5	2	-	-	7
Передача теплоты излучением	**10**	1	2	2	-	5	7,5	0,5	-	-	-	7
Итого по смысловому модулю:	**34**	**4**	**6**	**4**	**-**	**20**	**32**	**2**	**2**	**-**	**-**	**28**
Смысловой модуль 3. Теплопередача												
Уравнение теплового баланса и теплопередачи. Физический смысл коэффициента теплопередачи	**7**	1	-	-	-	6	7,5	0,5	-	-	-	7
Определение среднелогарифмического температурного напора	**11**	1	2	2	-	6	9,5	0,5	-	2	-	7
Классификация и расчет теплообменных аппаратов.	**12**	2	2	2	-	6	10	1	2	-	-	7
Итого по смысловому модулю:	**30**	**4**	**4**	**4**	**-**	**18**	**27**	**2**	**2**	**2**	-	**21**
Смысловой модуль 4. Массообмен												
Основные закономерности массопереноса	**6**	2	-	-	-	4	10,5	0,5	-	-	-	10
Числа подобия (безразмерные комплексы) тепломассопереноса	**9,95**	2	2	2	-	3,95	11,35	0,5	-	-	-	10,85
Итого по смысловому модулю:	**15,95**	**4**	**2**	**2**	**-**	**7,95**	**21,85**	**1**	**-**	-	-	**20,85**
Всего по смысловым модулям	**106,95**	**16**	**16**	**14**	**-**	**60,95**	**104,85**	**6**	**4**	**4**	**-**	**90,85**
Катт					**0,8**						**0,9**	
СРэк												

ИК												
КЭ											**2**	
Каттэк					**0,25**						**0,25**	
Контроль											**2**	
Всего часов	**108**	**16**	**16**	**14**	**1,05**	**60,95**	**108**	**6**	**4**	**4**	**3,15**	**90,85**

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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная форма
1	Основные понятия тепло- и массообмена.	-	-
2	Теплопроводность плоской цилиндрической и шаровой стенок при стационарном тепловом режиме	2	-
3	Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме.	2	-
4	Основы теории пограничного слоя.	-	-
5	Основы теории подобия физических явлений.	-	-
6	Частные случаи теплоотдачи	4	2
7	Передача теплоты излучением.	2	1
8	Уравнение теплового баланса и теплопередачи.	-	-
9	Определение среднелогарифмического температурного напора.	2	-
10	Классификация и расчет теплообменных аппаратов.	2	2
11	Основные закономерности массопереноса.	-	-
12	Числа подобия (безразмерные комплексы) тепломассопереноса.	2	-
Всего:		**16**	**4**

8. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная/очно-заочная форма
1	Основные понятия тепло-и массообмена.	-	-
2	Теплопроводность плоской цилиндрической и шаровой стенок при стационарном тепловом режиме	2	2
3	Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме.	2	-
4	Основы теории пограничного слоя.	-	-
5	Основы теории подобия физических явлений.	-	-
6	Частные случаи теплоотдачи	2	-
7	Передача теплоты излучением.	2	-
8	Уравнение теплового баланса и теплопередачи.	-	-
9	Определение среднелогарифмического температурного напора.	2	2
10	Классификация и расчет теплообменных аппаратов.	2	-
11	Основные закономерности массопереноса.	-	-
12	Числа подобия (безразмерные комплексы) тепломассопереноса.	2	-
Всего:		**14**	**4**

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		очная форма	заочная/очно-заочная форма
1	Основные понятия тепло-и массообмена.	5	7
2	Теплопроводность плоской цилиндрической и шаровой стенок при стационарном тепловом режиме	5	7
3	Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме.	5	7
4	Основы теории пограничного слоя.	5	7
5	Основы теории подобия физических явлений.	5	7
6	Частные случаи теплоотдачи	5	7
7	Передача теплоты излучением.	5	7
8	Уравнение теплового баланса и теплопередачи.	6	7
9	Определение среднелогарифмического температурного напора.	6	7

10	Классификация и расчет теплообменных аппаратов.	6	7
11	Основные закономерности массопереноса.	4	10
12	Числа подобия (безразмерные комплексы) тепломассопереноса.	3,95	10,85
Всего:		**60,95**	**90,85**

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 очном формате

Форма контроля	**Макс. количество баллов**	
	За одну работу	**Всего**
Текущий контроль:		
- дискуссия, устный опрос, собеседование (по каждой теме дисциплины)	2	20
- реферат (по темам, изучаемым в дисциплине)	10	10
- разноуровневые задачи и задания (по каждой теме дисциплины)	4	40
- текущий модульный контроль (тестирование)	10	30
Промежуточная аттестация	Зачет с оценкой	*100*
Итого за семестр	*100*	

* в соответствии с утвержденными оценочными материалами по учебной дисциплине

Система оценивания по дисциплине, изучаемой в заочном формате

Форма контроля	**Макс. количество баллов**	
	За одну работу	**Всего**
Текущий контроль:		
- реферат (по темам, изучаемым в дисциплине)	15	15
- разноуровневые задачи и задания (по каждой теме дисциплины)	4	40
- текущий модульный контроль (тестирование)	15	45
Промежуточная аттестация	Зачет с оценкой	*100*
Итого за семестр	*100*	

* в соответствии с утвержденными оценочными материалами по учебной дисциплине

Перечень типовых вопросов к зачету с оценкой:

Смысловой модуль 1. Основы теплообмена. Теплопроводность

1. Основные понятия и определения теории теплообмена. Простые виды теплообмена.
2. Что такое температурное поле и градиент температуры, единицы измерения?
3. Исследование теплопроводности. Закон Фурье.
4. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
5. Что такое термическое сопротивление при теплопроводности?
6. Теплопроводность плоской однослойной стенки при стационарном режиме.
7. Теплопроводность плоской многослойной стенки при стационарном режиме.
8. Теплопроводность цилиндрической однослойной стенки при нестационарном режиме.
9. Теплопроводность цилиндрической многослойной стенки при нестационарном режиме.
10. Каковы границы изменения теплопроводности для металлов, изоляционных материалов, строительных материалов, жидкостей и газов?
11. Границы значения коэффициента теплопроводности изоляционных материалов? Примеры.
12. От каких факторов зависит значение коэффициента теплопроводности?

13. Чем отличаются условия однозначности для стационарного и нестационарного режимов?

Смысловой модуль 2. Конвективный теплообмен и тепловое излучение

14. Определение «конвективный теплообмен».
15. Закон Ньютона- Рихмана.
16. Что такое динамический пограничный слой и тепловой пограничный слой?
17. Физический смысл коэффициента теплоотдачи. От каких факторов зависит значение коэффициента теплоотдачи?
18. Почему используют теорию подобия? Формулировки теорем подобия.
19. Что называют тепловым моделированием?
20. Что называют условиями однозначности и какие факторы к ним относятся?
21. Какие критерии и явления могут быть подобными?
22. Что называют критериями подобия? их формулы и обозначение.
23. Сформулировать три теоремы подобия.
24. Какие критерии называют определяющими? Привести пример такого критерия.
25. Что такое метод приближенного моделирования и в чем его сущность?
26. Какие критерии относят к критериям теплового подобия? Их обозначение и смысл.
27. Что называют критериальным уравнением? Привести критериальное уравнение в общем виде.
28. Привести упрощенные критериальные уравнения для вынужденного и свободного движений среды.
29. Каким соотношением учитывают направление теплового потока?
30. Что влияет на возникновение свободной конвекции среды в процессе теплообмена?
31. Какие особенности теплообмена у нагретой поверхности плиты в неограниченном пространстве?
32. Описать ход процесса теплообмена при вынужденной течения жидкости в трубах. От каких факторов зависит этот процесс?
33. Что называют кипением в большом объеме и в потоке?
34. Какие существуют режимы кипения и их особенности? Что называют кризисом кипения?
35. Что называют критическими параметрами состояния при кипении?
36. Описать процесс пузырькового кипения в большом объеме. Режимы кипения.
37. Какие условия нужны для возникновения и существования пузырькового пара?
38. Что такое минимальный критический диаметр парового пузырька? От чего он зависит и как его определяют?
39. От чего зависит максимальный диаметр парового пузырька при кипении воды в большом объеме и как его определить?
40. От каких факторов зависит интенсивность теплоотдачи при кипении воды в большом объеме и как они влияют на процесс?
41. Стадии кипения жидкости в трубах. Проанализировать их.
42. Критериальные уравнение для расчета теплоотдачи в кипящей жидкости в большом объеме. Проанализировать их.
43. Критериальные уравнение для определения теплоотдачи при кипении воды в трубах. Проанализировать их.
44. Условия возникновения пленочного кипения.
45. Проанализировать характер изменения теплового потока и коэффициента теплоотдачи от температурного напора при кипении воды в условиях свободной конвекции.
46. Факторы, влияющие на интенсивность теплоотдачи при пленочном кипении.
47. Привести формулы для определения коэффициента теплоотдачи для различных случаев пленочного кипения.

48. Какова природа энергии излучения?
49. Какие величины характеризуют электромагнитные колебания?
50. Классификация электромагнитных колебаний.
51. Какие лучи имеют свойство передавать энергию в форме теплоты?
52. На какие составляющие разделяется падающая лучистая энергия?
53. Что называют поглощающей, отражающей и пропускаемой способностью тела?
54. Что называют абсолютно черным телом, абсолютно белым, зеркальным и абсолютно прозрачным?
55. Какие спектры излучения твердых и газообразных тел?
56. Что называют излучательной способностью тела?
57. Что называют спектральной плотностью излучения?
58. Что называют серыми телами?
59. Поток эффективного излучения и его плотность. Результирующий поток излучения.
60. Закон Планка и его графическое изображение.
61. Закон Вина и закон Стефана - Больцмана.
62. Что называют степенью черноты тела? Сводная степень черноты системы.
63. Закон Ламберта.
64. Закон Кирхгофа и его анализ.
65. Тепловой поток излучения между двумя серыми поверхностями.
66. С какой целью используют экраны? Эффект от применения экранов.
67. Чем обусловлено излучения газов?

Смысловой модуль 3. Теплопередача

68. Уравнение теплопередачи, температурный напор и его изменение вдоль поверхности теплообменника.
69. Классификация теплообменных аппаратов.
70. Особенности конструкции пластинчатых ТОА: преимущества и недостатки.
71. Особенности конструкции спиральных ТОА: преимущества и недостатки.
72. Особенности конструкции трубчатых ТОА: преимущества и недостатки.
73. Конструктивные схемы теплообменников, основные схемы движения теплоносителей.
74. Уравнения для теплового расчета теплообменников. Уравнение теплового баланса.
75. Расходная теплоемкость теплоносителей и ее связь с изменением температуры теплоносителя в аппарате.
76. Средний температурный напор.
77. Как установить конечные и найти средние арифметические температуры теплоносителей в теплообменных аппаратах?
78. Определение перепадов температур теплоносителей для разных схем их взаимодействия. Водяной эквивалент
79. Типы теплового расчета теплообменных аппаратов: конструктивный и поверочный.
80. Особенности поверочного расчета теплообменника.
81. Оценка среднего температурного напора и ее использование.
82. Гидродинамический расчет теплообменника.
83. Определение гидравлических сопротивлений и полного падения давления теплоносителей в аппарате

Смысловой модуль 4. Массообмен

84. Общая характеристика и классификация массообменных процессов
85. Диффузия в бинарных смесях.
86. Плотность диффузионного потока массы. Закон Фика.
87. Что такое коэффициент диффузии?
88. Определение «массоотдача», «коэффициент массоотдачи».
89. Что такое «стефанов поток около полупроницаемой поверхности»?
90. Система дифференциальных уравнений тепло и массоотдачи. Тройная аналогия.

91. Тепло- и массоотдача при конденсации пара из парогазовой смеси. Расчетные уравнения.
92. Уравнение Меркеля.

12. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ (для зачета с оценкой)

Текущее тестирование и самостоятельная работа, балл												**Сумма, балл**
Смысловой модуль 1			**Смысловой модуль 2**				**Смысловой модуль 3**			**Смысловой модуль 4**		
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	
4	4	4	3	3	3	3	2	3	3	2	2	
15			**35**				**35**			**15**		**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. Теплообмен: теория и практика [Текст]: рекомендовано М-вом образования и науки Донец. Народ. Респ. как учеб. для высш. образоват. учреждений / [коллектив авт.: Карнаух В. В., Бирюков А.Б., Гинкул С.И., Ржесик К.А., Гнитиев П.А.]; М-во образования и науки Донец. Народ. Респ., Гос. орг. высш. проф. образования «Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского», Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Донец. нац. техн. ун-т». – Донецк: ГО ВПО «ДонНУЭТ», 2018. – 311с.
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.Теория тепломассообмена : учебник для вузов / С. И. Исаев, И. А. Кожинов, В. И. Кофанов [и др.] ; под редакцией А. И. Леонтьева. — 3-е изд. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 464 с. — ISBN 978-5-7038-4527-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/93924.html
3. Теория тепломассообмена : учебник для вузов / С. И. Исаев, И. А. Кожинов, В. И. Кофанов [и др.] ; под редакцией А. И. Леонтьева. — 3-е изд. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 464 с. — ISBN 978-5-7038-4527-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/93924.html

Дополнительная литература:

1. Стоянов Н.И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-

Кавказский федеральный университет, 2014. — 226 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63139.html (раздел «Тепломассообмен»).
2. Дульнев Г. Н.Теория тепло- и массообмена. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 195 с. [Доступ: http://books.ifmo.ru/file/pdf/885.pdf].

Учебно-методические издания:

1. Карнаух, В. В. Тепло- и массообмен : методические рекомендации для выполнения практических работ для обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение / В. В. Карнаух, Ю. В. Пьянкова, А. С. Коновал. – Донецк : ФГБОУ ВО "Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского", 2025. – 60 с. – EDN BZXNVN.
2. Теплотехника. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: метод. указ. для самост. изуч. дисц. 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 производств); 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания»; 19.03.03 Продукты питания животного происхождения; 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья образовательного уровня – бакалавриат, очной и заочной форм обучения/ В.В.Карнаух, Б.Ю.Байда – Донецк: ДОННУЭТ, 2022. – 90с.
3. Карнаух, В. В. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: метод. 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 / В. В. Карнаух, Ю. В. Пьянкова, А. С. Коновал; ; М-во образования и науки ДНР, ГО ВПО "Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского", Каф. холод. и торг. техники. ─ Донецк : [ДонНУЭТ], 2020. – 48 с.
4. Карнаух, В. В. Теплотехника [Электронный ресурс] : метод. указания для выполнения лабораторных работ для студентов направлений подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборуд., профиль Оборуд. перераб. и пищ. пр-в, 13.03.03 Энергетическое машиностроение : профиль Холодильные машины и установки, 19.03.04 Технология продукции и организации общественного питания, образоват. уровня – бакалавриат, оч. и заоч. форм обучения / В. В. Карнаух, Ю. В. Пьянкова; М-во образования и науки ДНР, ГО ВПО "Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского", Каф. холод. и торг. техники. - Донецк : ДонНУЭТ, 2018. - Локал. компьютер сеть НБ ДонНУЭТ.
5. Карнаух, В. В. Теплотехника [Электронный ресурс] : метод. указания для самостоятельного изучения модуля "Теплопередача" для студентов направлений подготовки 15.03.02 «Технолог. машины и оборуд.», профиль «Оборуд. перераб. и пищ. и пр-в», 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» : профиль «Холодильные машины и установки», 19.03.04 «Технолог. продукции и организация обществен. питания», образовательного уровня "Бакалавриат", оч. и заоч. форм обучения / В. В. Карнаух, Ю. В. Пьянкова ; М-во образования и науки ДНР, ГО ВПО "Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского", Каф. холодил. и торг. техники. - Донецк : ДонНУЭТ, 2017. - Локал. компьютер. сеть НБ ДонНУЭТ.
6. Современные теплообменные аппараты в низкотемпературной техники и перерабатывающих производствах [Электронный ресурс] : ст. / А. А. Малышев, В. О. Мамченко, В. М. Мизин, К. В. Киссер. - [Донецк : ДонНУЭТ, 2015]. - Локал. компьютер. сеть НБ ДонНУЭТ.

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

1. Учебная аудитория для проведения лекций.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий
3. Читальный зал библиотеки № 7304 для проведения СРС
4. Компьютеры с выходом в сеть Интернет, доступ к электронно-библиотечной системе
5. Лабораторные стенды: «Определение коэффициента теплопроводности методом трубы», «Исследование процесса теплоотдачи при свободном движении воздуха», «Исследования процесса излучения».

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 модели-рование 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,	1. Удостоверение о повышении квалификации №612400031806 от 09.06.2023 г. (регистрационный № 1-18134) «Организационно-методические аспекты разработки и реализации программ высшего

			инженер-механик	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.22 ТЕПЛО- И МАССООБМЕН

(шифр и наименование дисциплины)

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

(код и наименование направления подготовки)

Профиль Холодильные машины и установки

(наименование профиля/)

Трудоемкость дисциплины: 3 з.е.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

знать: основные законы теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена; способы расчета процессов тепломассообмена, в том числе при совместном участии нескольких видов теплообмена; способы моделирования тепломассообменных процессов; основы расчета теплообменных аппаратов.

уметь: анализировать характеристики систем теплотехнического оборудования; рассчитывать количество теплоты, передаваемой теплопроводностью, конвекцией и излучением в узлах теплотехнического оборудования;

рассчитывать потери теплоты и тепловые сопротивления в теплотехнических системах; выбирать тип, конструкцию теплообменного аппарата для заданного теплотехнического оборудования; оценивать эффективность выбора схем и составных частей действующих теплообменных аппаратов;

рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена.

владеть: основами анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности с использованием вычислительной техники и программного обеспечения; терминологией в области тепломассобмена, основными источниками информации и справочными данными по тепломассобмену.

Компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*

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. Основы теплообмена. Теплопроводность.

Тема 1. Основные понятия тепло- и массообмена.

Тема 2. Теплопроводность плоской цилиндрической и шаровой стенок при стационарном тепловом режиме.

Тема 3. Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме.

Смысловой модуль 2. Конвективный теплообмен и тепловое излучение.

Тема 4. Основы теории пограничного слоя.

Тема 5. Основы теории подобия физических явлений.

Тема 6. Частные случаи теплоотдачи.

Тема 7. Передача теплоты излучением.

Смысловой модуль 3. Теплопередача.

Тема 8. Уравнение теплового баланса и теплопередачи.

Тема 9. Определение среднелогарифмического температурного напора.

Тема 10. Классификация и расчет теплообменных аппаратов.

Смысловой модуль 4. Массообмен.

Тема 11. Основные закономерности массопереноса.

Тема 12. Числа подобия (безразмерные комплексы) тепломассопереноса.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

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.