

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крылова Людмила Вячеславовна
Должность: Проректор по учебно-методической работе
Дата подписания: 08.12.2025 07:41:02
Уникальный программный код:
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.**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.22 ТЕПЛО- И МАССООБМЕН

(название учебной дисциплины)

Укрупненная группа направлений подготовки 13.00.00 Электро-и теплоэнергетика

Программа высшего образования – программа бакалавриата

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль: Холодильные машины и установки

Институт пищевых производств

Курс, форма обучения:

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
2025

Рабочая программа учебной дисциплины «Тепло- и массообмен» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение,

Профилью: Холодильные машины и установки,

разработанная в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ДОННУЭТ:

- в 2025 г. - для очной формы обучения;
- в 2025 г. - для заочной формы обучения;

Разработчик: Карнаух В.В., профессор кафедры ХТТ, доктор технических наук, доцент

В.А.Григорьев

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

Протокол от "24" февраля 2025 года № 22

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


(подпись)

К.А.Ржесик
(фамилия и инициалы)

КАФЕДРА
ХОЛОДИЛЬНОЙ И
ТОРГОВОЙ ТЕХНИКИ
имени ОСОКИНА В.В.

СОГЛАСОВАНО:

Директор института пищевых производств


(подпись)

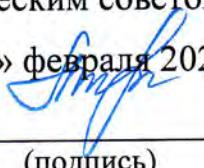
Д.К.Кулешов
(фамилия и инициалы)



ОДОБРЕНО

Учебно-методическим советом ДОННУЭТ

Протокол от «26» февраля 2025 года № 7

Председатель 
(подпись)

Л.В. Крылова
(инициалы, фамилия)

1. ОПИСАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование показателя	Наименование укрупненной группы направлений подготовки, направление подготовки, профиль, программа высшего образования	Характеристика учебной дисциплины	
		очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц – 4	Укрупненная группа направлений подготовки <u>13.00.00 Электро-и теплоэнергетика</u> (код, название)	<u>обязательная</u>	
	Направление подготовки <u>13.03.03 Энергетическое машиностроение</u> (код, название)		
Модулей – 1	Профиль <u>Холодильные машины и установки</u> (название)	Год подготовки	
Смысловых модулей – 4		<u>2</u> -й	<u>2</u> -й
Общее количество часов – 108		Семестр	
		<u>4</u> -й	<u>4</u> -й
		Лекции	
		<u>16</u> час.	<u>6</u> час.
Количество часов в неделю для очной формы обучения: 6,75 аудиторных – 3; самостоятельной работы обучающегося – 3,8		Практические, семинарские занятия	
		<u>14</u> час.	<u>4</u> час.
		Лабораторные занятия	
		<u>16</u> час.	<u>4</u> час.
		Самостоятельная работа	
		<u>60,95</u> час.	<u>90,85</u> час.
		Индивидуальные задания:	
		<u>4</u> ТМК	<u>4</u> ТМК
		Форма промежуточной аттестации:	
		<u>зачет с оценкой</u>	<u>зачет с оценкой</u>

- 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 УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: Формирование знаний по теории процессов тепломассообмена и их практическое применение 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 учебной 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 УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина Б.1.О 22 «Тепло-и массообмен»

(шифр, название учебной дисциплины в соответствии с учебным планом)
относится к базовой части ООП ВО.

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

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, будут использованы 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 УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
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 тепломассообмена, основными источниками информации и справочными данными по тепломассообмену.

5. ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Смысовой 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.

Смысовой 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.

Смысовой модуль 3. Теплопередача.

Тема 8. Уравнение теплового баланса и теплопередачи.

Тема 9. Определение среднелогарифмического температурного напора.

Тема 10. Классификация и расчет теплообменных аппаратов.

Смысовой модуль 4. Массообмен.

Тема 11. Основные закономерности массопереноса.

Тема 12. Числа подобия (безразмерные комплексы) тепломассопереноса.

6. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ 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	инд ⁴	CPC ⁵		л	п	лаб	инд	CPC
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Модуль 1.

Смысовой модуль 1. Основы теплообмена. Теплопроводность

Основные понятия тепло- и массообмена	6	1	-	-	-	5	7,25	0,25	-	-	-	7
Теплопроводность плоской, цилиндрической и	11	2	2	2	-	5	9,5	0,5	-	2	-	7

шаровой стенок при стационарном тепловом режиме												
Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме.	10	1	2	2	-	5	7,25	0,25	-	-	-	7
<i>Итого по смысловому модулю:</i>	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
<i>Итого по смысловому модулю:</i>	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
<i>Итого по смысловому модулю:</i>	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
<i>Итого по смысловому модулю:</i>	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. инд – индивидуальные занятия;

5. СРС – самостоятельная работа;

7. ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ И 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 учебной дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

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

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

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

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

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

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

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

11. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Темы рефератов:

1. Суть и содержание теорем теплового подобия.
2. Какие особенности теплообмена у нагретой поверхности плиты в неограниченном пространстве?
3. Описать ход процесса теплообмена при вынужденном течении жидкости в трубах. От каких факторов зависит этот процесс?
4. Что называют кипением в большом объеме и в потоке?
5. Какие существуют режимы кипения и их особенности? Что называют кризисом кипения?
6. Стадии кипения жидкости в трубах. Проанализировать их.
7. Критериальные уравнения для анализа теплоотдачи во время кипения жидкости в большом объеме. Проанализировать их.
8. Критериальные уравнение для анализа теплоотдачи при кипении воды в трубах. Проанализировать их.
9. Условия возникновения пленочного кипения. Факторы, влияющие на интенсивность теплоотдачи при пленочном кипении.
10. Проанализировать характер изменения теплового потока и коэффициента теплоотдачи от температурного напора при кипении воды в условиях свободной конвекции.
11. Классификация электромагнитных колебаний. Какие величины характеризуют электромагнитные колебания?
12. Законы теплового излучения. Примеры применения теплового излечения в пищевой промышленности.
13. Применение комбинированных способов теплового воздействия на продукт в пищевой промышленности.
14. Тепловой поток излучения между двумя серыми поверхностями.
15. С какой целью используют защитные экраны при излучении? Эффект от применения экранов.
16. Теплообменные аппараты, их типы. Расчет теплообменных аппаратов. Современные материалы для производства ТОА.
17. Теплообменные аппараты для низкотемпературной техники: требования и особенности конструкций.
18. Методика расчета процесса кипения холодильного агента в испарителе.
19. Методика расчета процесса конденсации холодильного агента в конденсаторе (полная конденсация).
20. Определение перепадов температур теплоносителей для разных схем их взаимодействия. Водяной эквивалент.
21. Тройная аналогия уравнений диффузии, энергии и движения.
22. Анализ расчета процесса охлаждения пищевых продуктов в воздушной среде.
23. Решение задач теплопроводности в системах с подвижной границей раздела между фазами. открытых термодинамических систем.
24. Расчет и подбор ТОА для пастеризации пищевых продуктов.
25. Особенности тепломасскообмена в испарительном конденсаторе.
26. Особенности тепломасскообмена в испарителе затопленного типа.

Контрольная работа (аудиторная):

Задача 1

Трубопровод диаметром $d \times \delta_1$ и длиной L с коэффициентом теплопроводности $\lambda_1 = 45,4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, в котором течет теплоноситель с температурой t_1 , покрыт двухслойной изоляцией: слой стекловаты (δ_2 , $\lambda_2 = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$) и слой мицоры (δ_3 , $\lambda_3 = 0,041 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$). Учитывая то, что α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи, t_{cp} – температура окружающей среды,

определить линейные коэффициенты термического сопротивления, линейную плотность теплового потока с изоляцией и без нее, температуру на границе соприкосновения слоев изоляции. Сравнить тепловые потоки до и после нанесения изоляции.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 1.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче 1

Предпоследняя цифра шифра	Диаметр, мм	Толщина трубы, мм	Толщина стекловаты, мм	Толщина миндори, мм	Температура теплоносителя, °C	Последняя цифра шифра	Длина трубы, мм	Температура среды, °C	Коэффициент тепло-отдачи, Вт/(м ² К)	Коэффициент тепло-отдачи, Вт/(м ² К)
	<i>d</i>	δ_1	δ_2	δ_3	<i>t₁</i>		<i>L</i>	<i>t_{sep.}</i>	α_1	α_2
0	40	5	14	12	22	0	2,5	-3	5	50
1	57	5	14	10	20	1	3,0	0	7	120
2	38	3	16	15	23	2	2,0	-5	8	100
3	60	5	15	14	25	3	1,0	-5	16	250
4	76	5	15	13	18	4	0,8	-10	9	157
5	85	5	16	15	16	5	4,0	-8	7	260
6	40	4	14	8	15	6	5,0	-7	10	240
7	66	4	14	12	14	7	1,8	-15	17	355
8	72	5	16	14	18	8	3,2	0	8	80
9	45	3	17	10	20	9	1,5	2	15	270

Задача 2

Трубчатый воздухонагреватель предполагается выполнить из труб диаметром *d*, расположенных в коридорном порядке с поперечным и продольными шагами $S_1=S_2=2,5d$. Количество труб в одном ряду поперек потока выбрано *m*, количество рядов *n* (см. рис. к задаче).

Температуры воздуха, поступающего в подогреватель, *t_{возд1}* и на выходе из подогревателя *t_{возд2}*. Температура внешней поверхности труб задана и равна *t_c*. Какой длины должны быть трубы, чтобы при скорости воздуха в узком сечении пучка *ω* м/с количество теплоты, которое передается воздуху, составляло *Q* кВт.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 2.

Таблица 2 – Исходные данные к задаче 2

Предпоследняя цифра шифра	Диаметр, мм	Количество труб	Количество рядов труб	Температура воздуха,		Последняя цифра шифра	Температура трубы, °C	Скорость воздуха, м/с	Количество теплоты, кВт
0	35	5	4	17	60	0	130	6	200
1	40	6	4	20	80	1	150	10	125

2	50	8	6	15	60	2	120	8	100
3	60	5	5	25	85	3	130	6	200
4	45	7	5	23	75	4	140	9	150
5	55	8	6	18	70	5	155	7	160
6	65	6	4	20	85	6	135	10	140
7	35	5	4	17	60	7	110	7	155
8	40	9	6	30	90	8	115	8	180
9	50	7	7	25	70	9	125	5	170

Задача 3

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

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 3.

Таблица 3 – Исходные данные к задаче 3

Предпоследняя цифра шифра	Внешний диаметр трубы,мм d_{mp}	Степень сухости x	Последняя цифра шифра	Давление пара, МПа p_n	Температура стенки, °C t_{cm}
0	4	310	0	15	550
1	8	350	1	17	580
2	6	330	2	14	570
3	10	420	3	18	550
4	9	360	4	20	610
5	13	310	5	18,5	630
6	12	440	6	16	550
7	3	340	7	17,5	640
8	11	320	8	15,5	530
9	5	430	9	17	600

Задача 4

Теплообменник типа «труба в трубе» изготовлен из внутренней стальной трубы длиной L , диаметром d_2/d_1 и внешней трубы диаметром D_3 . Греющий теплоноситель с температурой t'_1 в количестве G_1 подается во внутреннюю трубу, а нагреваемый теплоноситель, с температурой t'_2 в количестве G_2 поступает в наружную трубу, где нагревается на 40°C. Определить исходные температуры обоих теплоносителей и количество передаваемой теплоты по прямоточной и противоточной схеме движения. При расчете коэффициентов теплоотдачи со стороны греющей среды и нагреваемой жидкости, за определяющие принять входные температуры теплоносителей.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 4.

Таблица 4 – Исходные данные к задаче 4

Пред- послед- няя цифра	Греющий теплоно- ситель	G_1 , кг/с	t'_1 , °C	L , м	Послед- няя цифра	Среда, которая нагре- вается	G_2 , кг/с	t'_2 , °C	d_1 , мм	d_2 , мм	D_3 , мм
0	Вода	1,5	95	6,0	0	Вода	1,25	15	50	56	76
1	Вода	1,6	90	2,0	1	Воздух	1,55	30	80	86	100

2	Водяной пар	3,0	200	1,5	2	Воздух	1,5	35	60	64	85
3	Вода	1,55	135	1,0	3	Вода	0,75	20	50	64	80
4	Водяной пар	2,65	300	2,5	4	Воздух	0,8	30	95	100	130
5	Вода	2,75	98	3,0	5	Вода	0,9	25	70	82	120
6	Дымовые газы	1,6	200	4,0	6	Воздух	1,2	35	45	51	70
7	Водяной пар	2,0	250	3,5	7	Вода	1,3	20	75	85	110
8	Дымовые газы	2,25	300	2,25	8	Воздух	0,45	33	63	73	91
9	Вода	3,25	160	3,8	9	Воздух	1,3	10	75	87	95

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

Система оценивания по учебной дисциплине по очной/заочной форме обучения*

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
- тестирование (по каждому модулю)	4	40
- разноуровневые задачи и задания (по каждой теме дисциплины)		
- текущий модульный контроль	10	30
Промежуточная аттестация	Зачет с оценкой	100
Итого за семестр		100

* в соответствии с утвержденными оценочными материалами по учебной дисциплине

Вопросы к зачету с оценкой:

Смысовой модуль 1. Основы теплообмена. Теплопроводность

- Основные понятия и определения теории теплообмена. Простые виды теплообмена.
- Что такое температурное поле и градиент температуры, единицы измерения?
- Исследование теплопроводности. Закон Фурье.
- Физический смысл коэффициента теплопроводности.
- Что такое термическое сопротивление при теплопроводности?
- Теплопроводность плоской однослойной стенки при стационарном режиме.
- Теплопроводность плоской многослойной стенки при стационарном режиме.
- Теплопроводность цилиндрической однослойной стенки при нестационарном режиме.
- Теплопроводность цилиндрической многослойной стенки при нестационарном режиме.
- Каковы границы изменения теплопроводности для металлов, изоляционных материалов, строительных материалов, жидкостей и газов?
- Границы значения коэффициента теплопроводности изоляционных материалов? Примеры.
- От каких факторов зависит значение коэффициента теплопроводности?
- Чем отличаются условия однозначности для стационарного и нестационарного режимов?

Смысовой 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 диффузационного потока массы. Закон Фика.
87. Что такое коэффициент диффузии?
88. Определение «массоотдача», «коэффициент массоотдачи».
89. Что такое «стеванов 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.

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

Текущее тестирование и самостоятельная работа, балл												Сумма, балл	
Смысlovой модуль №1			Смысlovой модуль №2				Смысlovой модуль №3			Смысlovой модуль №4			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12		
4	4	4	3	3	3	3	2	3	3	2	2		
15		35				35			15		100		

Соответствие государственной шкалы оценивания академической успеваемости

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	По государственной шкале	Определение
90 - 100	«Отлично» (5)	отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80 - 89	«Хорошо» (4)	в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75 - 79		в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70 - 74	«Удовлетворительно» (3)	неплохо, но со значительным количеством недостатков
60 - 69		выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35 - 59	«Неудовлетворительно» (2)	с возможностью повторной аттестации
0 - 34		с обязательным повторным изучением дисциплины

14. 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 с. — 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>].

Электронные ресурсы:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Карнаух, В. В. Теплотехника [Электронный ресурс] : метод. указания для самостоятельного изучения модуля "Теплопередача" для студентов направлений подготовки 15.03.02 «Технол. машины и оборуд.», профиль «Оборуд. перераб. и пищ. и пр-в», 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» : профиль «Холодильные машины и установки», 19.03.04 «Технол. 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.
5. Современные теплообменные аппараты в низкотемпературной технике 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.

15. 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, сор. 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, сор. 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, сор. 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, сор. 2017 – . – URL:<https://bookonline.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 университет 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, сор. 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.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторные стенды: «Определение коэффициента теплопроводности методом трубы», «Исследование процесса теплоотдачи при свободном движении воздуха», «Исследования процесса излучения».

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 СРС	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

Фамилия, имя, отчества	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			1. Сертификат о прохождении очного повышения квалификации по программе «Энергомашиностроение» (объем 36 час.) в институте двигателей и энергетических установок ФГАОУВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика

		<p>Должность-профессор кафедры холодильной и торговой техники имени В.В. Осокина, доктор технических наук, ученое звание – доцент</p>	<p>Высшее, оборудование перерабатывающих пищевых производств, инженер-механик, диплом доктора технических наук</p> <p>ДОК №005148</p>	<p>С.П.Королева», г. Самара) с 18 по 29 апреля 2022г.</p> <p>2. Свидетельство о повышении квалификации № 771802829972 от 27.05.2022г. «Работа в электронной информационно-образовательной среде» ФГБОУВО «Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова», г. Москва;</p> <p>3. Свидетельство о повышении квалификации № 771802829900 от 27.05.2022г. «Цифровая трансформация управления» ФГБОУВО «Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова», г. Москва.</p> <p>4. Удостоверение о повышении квалификации № 612400031805 от 09.06.2023г. «Организационно-методические аспекты разработки и реализации программ высшего образования по направлениям подготовки физико-технические науки и технологии» ФГБОУВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону.</p> <p>5. Удостоверение № 612400044003 о повышении квалификации ДГТУ «Научно-технологическое развитие РФ в области АПК и машиностроения» с 17-19.09.2024г. ;</p> <p>6. Удостоверение № 7220324004406 о повышении квалификации Тюменский гос.университет «Методика анткоррупционного просвещения и воспитания в организациях высшего образования; выписка из протокола заседания кафедры № 5 от 14.10.2024 о внедрении результатов в учебный процесс</p> <p>7. Программа</p>
--	--	---	---	--

				профессиональной переподготовки по программе «Промышленная теплоэнергетика» на базе ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», кол-во 260 часов. Диплом №ПП 002266 от 15.01.2025г. 8. Удостоверение № 692417488791 от 04.03.2025г. о прохождении дополнительной профессиональной программы «Стартап как диплом: вопросы руководства и подготовки», кол-во часов 36, на базе ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»
--	--	--	--	---