

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий»

### **Направления подготовки**

«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Промышленная теплоэнергетика»

### **Квалификация выпускника**

Бакалавр

### **Форма обучения**

Заочная

## Цель освоения учебной дисциплины

Цель преподавания дисциплины: получение необходимых теоретических и практических знаний в области тепломассообменного оборудования предприятий.

Задачи изучения дисциплины: познакомить обучающихся с основными видами и конструкциями тепломассообменного оборудования предприятий и физическими процессами, которые в них протекают; с основными технологическими процессами и установками, в которых используется тепломассообменное оборудование предприятий; научить проводить тепловые конструктивные и гидравлические расчеты тепломассообменного оборудования предприятий; принимать, обосновывать и защищать конкретные решения при выборе и конструировании тепломассообменного оборудования.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

- 24.083 «Специалист-теплоэнергетик атомной станции»;
- 24.009 «Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными электростанциями».

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Тепломассообменное оборудование предприятий» является основанием для всех последующих дисциплин подготовки бакалавров. Дисциплина опирается на содержание следующих учебных дисциплин: математика, физика, химия, тепломассообмен, техническая термодинамика, гидрогазодинамика.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- А/01.6 Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара (ПС 24.083);
- А/02.6 Организация работ по направлению деятельности проекта; (ПС 24.009);
- А/02.6 Анализ технического состояния тепломеханического оборудования, технологических систем и трубопроводов ПС 24.083).

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы	ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	З- ПК-1 Знать: документы и стандарты организации в области проектной деятельности; принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубопроводов и технологических систем турбинного отделения. У- ПК-1 Уметь: работать с информационным пространством на сервере (веб-сервере) организации для хранения, обмена и совместного использования информации по проекту.

	диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике		В- ПК-1 Владеть: методиками составления документации с описанием объема работ по направлению проекта; методами контроля ключевых показателей эффективности и качества по направлению проекта.
Проведение теплотехнических расчетов оборудования согласно типовым методикам	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-5 Способен проводить теплотехнические, гидравлические, прочностные расчеты по типовым методикам	З- ПК-5 Знать: требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и методических документов для проведения типовых расчетов У- ПК-5 Уметь: выполнять расчеты по типовым методикам В- ПК-5 Владеть: информационно-коммуникационными технологиями, в том числе специализированным программным обеспечением для проведения расчетов

### **Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление /цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональный модуль</b>			
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(B17)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.	1.Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России.
	-формирование творческого инженерного / профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам пове-	1. Организация научного подхода и чувства «Все в одной команде» через участие студентов в проведении круглых столов и семинаров. 2. Формирование вертикальных связей и формальных правил жизни при проведении сту-

		<p>дения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</li> </ul>	денческих конкурсов
--	--	--	---------------------

В результате изучения дисциплины в соответствии с квалифицированной характеристикой выпускников студенты должны

**знать:**

- энергопроизводящее и энергопотребляющее оборудование электрических, тепловых, воздухоуловных, газовых, холодильных станций, в том числе основы проектирования и эксплуатации тепломассообменных установок и аппаратов.

**уметь:**

- выполнять технологические и конструктивные расчеты энергоустановок промышленных предприятий, осуществлять расчет и выбрать вспомогательное оборудование и сооружение для тепловых и технологических выбросов.

**владеть:**

- технологией выполнения расчетов энергоустановок промышленных предприятий, умением пользоваться справочной литературой.

## Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам заочной формы обучения в 7-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа по каждой форме обучения.

### Календарный план

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
1	1-4	Виды и особенности различных теплообменных аппаратов	70	2	2	2	64	КЛ	25
2	5-8	Виды и особенности различных теплообменных установок	74/2	4	4/2	4	62	Т	25
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>144/2</b>	<b>6</b>	<b>6/2</b>	<b>6</b>	<b>126</b>	<b>Э</b>	<b>50</b>

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
Т	Тестовое задание
Э	Экзамен

### Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции.	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Лекция 1. <i>Введение. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий.</i> 1. Понятия, определения и классификация промышленного теплообменного оборудования. 2. Тепломассообменные аппараты.	0,5	1-5
Лекция 2. <i>Рекуперативные теплообменные аппараты.</i> 1. Расчет и последовательность проектирования теплообменных аппаратов (тепловой конструктивный расчет, поверочный тепловой расчет, компоновочный и гидравлический расчеты).	0,5	1-5
Лекция 3. <i>Тепловые трубы.</i> 1. Принцип действия тепловой трубы. 2. Термосифоны. Пример расчета.	1	1-5
Лекция 4. <i>Регенеративные теплообменные аппараты и установки.</i> 1. Конструкции регенеративных теплообменных аппаратов и установок. 2. Особенности теплообмена в слое.	1	1-5

3.Тепловой расчет регенераторов.		
Лекция 5. <i>Выпарные и кристаллизационные установки.</i> 1.Свойство растворов. Выпаривание растворов. 2.Технологические схемы выпарных установок. 3.Выпарные аппараты. Тепловой расчет.	1	1-5
Лекция 6. <i>Смесительные теплообменники.</i> 1.Применение смесительных теплообменников. 2.Аппараты с неподвижным контактом газов и жидкости.	0,5	1-5
Лекция 7. <i>Сушильные установки.</i> 1.Механическое обезвоживание. Свойства влажных материалов как объектов сушки. 2.Процесс сушки. Динамика сушки. Кинетика сушки. Конвективная сушка. 3.Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.	0,5	1-5
Лекция 8. <i>Перегонные и ректификационные установки.</i> 1.Общие сведения о перегонке и ректификации. Ректификационные установки. 2.Конструкции ректификационных колонн. 3.Роторные колонны.	1	1-5
ИТОГО	6	

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Расчет подогревателя воды	1	МУ
Расчет охладителя	1	МУ
Расчет ректификационной колонны	2	МУ
Расчет выпарной установки	2	МУ
ИТОГО	6	

### Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Изучение конструктивных характеристик выпарных аппаратов	1,5	МУ
Изучение конструктивных характеристик рекуперативных установок	1,5	МУ
Изучение конструктивных характеристик сушильных установок	1,5	МУ
Изучение конструктивных характеристик перегонных и ректификационных установок	1,5	МУ
ИТОГО	6	

### Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
3	2	4

Теплообменные аппараты. Теплоносители.	15	1-5
Конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов.	15	1-5
Тепловые трубы с капиллярно-пористыми материалами.	15	1-5
Аппараты с кипящим слоем.	15	1-5
Расчет выпарных аппаратов. Кристаллизационные установки.	15	1-5
Скрубберы. Пример расчета скруббера.	15	1-5
Сушка твердых дисперсионных материалов. Сушка жидкотекучих материалов.	18	1-5
Центробежные и пленочные колонны.	18	1-5
<b>ИТОГО</b>	<b>126</b>	

**Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом**

**Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

**Курсовой проект не предусмотрен учебным планом**

### **Контрольная работа**

Контрольная работа состоит из теоретического вопроса и двух задач, и предусматривает расчет типовых установок. Контрольная работа выполняется студентами заочной формы обучения. Индивидуальное задание выбирается по номеру зачетной книжки и выполняется в строгом соответствии с методическими указаниями [6].

### **Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций, практических занятий с использованием ПК и компьютерного проектора. Лабораторные работы проводятся на лабораторных установках. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к практическим занятиям.

В рамках учебных курсов могут быть предусмотрены встречи с представителями компаний, университетов, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Презентация - один из эффективных способов донесения информации при проведении лекционных занятий. Слайд презентации позволяют эффектно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать информацию, которую несет презентация и его ключевые содержательные пункты.

На этапе аттестации разделов используются:



**Кл**–коллоквиум: средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

**Т** – тестовое задание.

Аттестация на экзамене проводится по вопросам, которые формируют экзаменационные билеты.

### **Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (тем)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль	--	Вопросы входного контроля (письменно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Виды и особенности различных теплообменных аппаратов	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5.	Коллоквиум (письменно)
3	Виды и особенности различных теплообменных установок	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5.	Тестовое задание
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Экзамен	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5.	Вопросы к экзамену (письменно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме.

#### ***Перечень вопросов входного контроля***

1. Для чего необходимо теплообменное оборудование?
2. Что такое теплообменный аппарат?
3. Что такое тепловые трубы и для чего они нужны?
4. Что такое термосифон и для чего он нужен?
5. Для чего нужны выпарные установки?
6. В чем особенность смесительного теплообменника?
7. Для чего нужны и что из себя представляют ректификационные установки?
8. Что из себя представляет конструкция ректификационных колонн?
9. Роторные колонны?
10. Компрессоры холодильных машин, виды устройство и назначение?

#### ***Перечень вопросов для коллоквиума***

1. Классификация теплообменных аппаратов

2. Кожухотрубные теплообменные аппараты. Выбор скорости теплоносителей в теплообменных аппаратах
3. Сравнение кожухотрубных и пластинчатых теплообменных аппаратов
4. Интенсификация теплообмена в трубчатых теплообменниках. Теплоносители
5. Регенеративные теплообменные аппараты (конструкции и принцип работы)
6. Контактные и контактно-поверхностные водонагреватели
7. Тепловые трубы
8. Термосифоны
9. Особенности теплообмена в слое
10. Аппараты с кипящим слоем

#### ***Перечень вопросов для экзамена***

1. Классификация теплообменных аппаратов
2. Кожухотрубные теплообменные аппараты. Выбор скорости теплоносителей в теплообменных аппаратах
3. Сравнение кожухотрубных и пластинчатых теплообменных аппаратов
4. Интенсификация теплообмена в трубчатых теплообменниках. Теплоносители
5. Регенеративные теплообменные аппараты (конструкции и принцип работы)
6. Контактные и контактно-поверхностные водонагреватели
7. Тепловые трубы
8. Термосифоны
9. Особенности теплообмена в слое
10. Аппараты с кипящим слоем
11. Рекуперативные аппараты периодического действия
12. Выпарные установки
13. Кристаллизационные установки
14. Сушильные установки. Основы теории сушки
15. Сушильные установки. Классификация и конструкции сушильных установок
16. Ректификационные установки. Конструкция и принцип действия

#### ***Перечень вопросов для тестового задания***

##### **Вариант №1**

##### **1. Какими тремя способами может осуществляться перенос теплоты?**

- А) теплопроводностью, конвекцией, тепловым излучением;
- Б) лазерным излучением, тепловым излучением, теплопроводностью;
- В) конвекцией, теплопроводностью, конвективным переносом;
- Г) трением, скольжением, лазерным излучением.

##### **2. Что называется линейной плотностью теплового потока?**

- А) Количество теплоты, переносимое в единицу времени через рассматриваемую поверхность;
- Б) Тепловой поток, отнесенный к единице поверхности тела;
- В) Тепловой поток, отнесенный к объему, занимаемому телом;
- Г) Количество теплоты, переносимое за единицу времени через рассматриваемую плоскость.

##### **3. Тепловой поток – это...**

- А) Количество теплоты, переносимое за единицу времени через рассматриваемую плоскость.
- Б) Тепловой поток, отнесенный к единице поверхности тела;
- В) Это количество теплоты, переносимое в единицу времени через рассматриваемую поверхность;
- Г) Тепловой поток, отнесенный к 1 м поверхности теплообмена.

**4. Все тепломассообменные процессы и установки разделяются на:**

- А) высокотемпературные, среднетемпературные, низкотемпературные;
- Б) среднетемпературные, низкотемпературные, криогенные;
- В) высокотемпературные, низкотемпературные, криогенные;
- Г) высокотемпературные, среднетемпературные, низкотемпературные, криогенные.

**5. Основными элементами теплообменных установок являются...**

- А) теплообменные аппараты;
- Б) таблетирующие машины;
- В) транспортное оборудование;
- Г) очистные сооружения.

**6. Поверхностные теплообменные аппараты делятся на:**

- А) массообменные, теплообменные;
- Б) рекуперативные, регенеративные;
- В) поверхностные, рекуперативные;
- Г) регенеративные, капельные.

**7. С какими теплоносителями предназначены для работы аппараты непрерывного действия?**

- А) твердый-газ, газ-жидкость, жидкость-жидкость;
- Б) газ-твердый, жидкость-газ, газ-газ;
- В) пар-жидкость, жидкость-жидкость, газ-газ;
- Г) газ-газ, жидкость-жидкость, твердый-твердый.

**8. В кожухотрубных теплообменных аппаратах, которые применяются как водоподогреватели ТЭС, в тепловых сетях, применяют трубы, внутренний диаметр которых составляет:**

- А) не менее 10 мм и не более 16 мм;
- Б) не менее 12 мм;
- В) не более 16 мм;
- Г) не менее 12 мм и не более 38 мм.

**9. Самым распространенным теплообменником является:**

- А) кожухотрубный;
- Б) пластинчатый;
- В) труба в трубе;
- Г) U-образный.

**10. По конструктивным особенностям смесительные аппараты подразделяются на:**

- А) капельные, капиллярные, насадочные;
- Б) камерные, насадочные, каскадные, струйные, пленочные подогреватели;
- В) струйные-смешивающие, смешивающие, камерные,
- Г) камерные, насадочные, каскадные, капельные, пленочные.

## **Вариант № 2**

### **1. Выпаривание -**

А) это процесс концентрирования растворов мягких нелетучих или малолетучих веществ путем испарения летучего растворителя и отвода образовавшихся паров;

Б) это процесс концентрирования растворов твердых летучих или малолетучих веществ путем испарения летучего растворителя и отвода образовавшихся паров;

В) это процесс концентрирования растворов твердых нелетучих или малолетучих веществ путем испарения летучего растворителя и отвода образовавшихся паров;

Г) это процесс концентрирования растворов твердых летучих или малолетучих веществ путем концентрирования летучего растворителя и отвода образовавшихся паров.

## **2. Массообменные процессы -...**

А) такие технологические процессы, скорость протекания которых определяется скоростью переноса вещества (массы);

Б) такие технологические процессы, скорость протекания которых определяется скоростью конвективной и молекулярной диффузии;

В) такие технологические процессы, скорость протекания которых определяется скоростью молекулярной диффузии.

Г) такие технологические процессы, скорость протекания которых определяется скоростью переноса вещества (массы) из одной фазы в другую конвективной и молекулярной диффузией.

## **3. Сушка — это...**

А) процесс удаления влаги из твердого или пастообразного материала путем испарения содержащейся в нем жидкости за счет подведенного к материалу тепла;

Б) процесс удаления влаги из жидкого или пастообразного материала путем испарения содержащейся в нем жидкости за счет подведенного к материалу тепла;

В) процесс удаления влаги из твердого или пастообразного материала путем конденсации содержащейся в нем жидкости за счет подведенного к материалу тепла;

Г) процесс удаления влаги из твердого или пастообразного материала путем испарения содержащейся в нем жидкости за счет подведенного к материалу холода.

## **4. В контактных сушилках тепло высушиваемому материалу передается через...**

А) металлические насадки, обогреваемые паром или водой;

Б) металлическую стенку, обогреваемую паром или водой;

В) металлические цилиндрические насадки, обогреваемые паром или водой;

Г) металлические конические насадки, обогреваемые паром или водой.

## **5. Процесс ректификации осуществляют в ректификационной установке, включающей:**

А) ректификационную колонну, дефлегматор, холодильник-конденсатор, подогреватель исходной смеси, сборники дистиллята и флегмового остатка;

Б) ректификационную колонну, дефлегматор, холодильник-конденсатор, подогреватель исходной смеси, сборники дефлегмата и кубового остатка;

В) ректификационную колонну, дефлегматор, холодильник-конденсатор, подогреватель исходной смеси, сборники дистиллята и кубового остатка;

Г) ректификационную колонну, дефлегматор, теплообменник, подогреватель исходной смеси, сборники дистиллята и кубового остатка.

## **6. В соответствии с какой схемой движения теплоносителей проводят классификацию теплообменных аппаратов:**

А) прямоток, противоток, перекрестный ток, однократно перекрестный ток;

Б) прямоток, противоток, перекрестный ток;

В) прямоток, противоток, многократно перекрестный ток;

Г) прямоток, противоток, перекрестный ток, многократно перекрестный ток.

## **7. По назначению теплоносители подразделяют на:**

А) греющий, охлаждающий, проежutoчные тепло- и хладоносители, хладоагенты, сушильные агенты.

Б) греющий, охлаждающий, криогенный;

В) высокотемпературные, среднетемпературные, низкотемпературные;

Г) высокотемпературные, среднетемпературные, низкотемпературные, криогенные.

## **8. При какой температуре применяется насыщенный водяной пар?**

А)  $+170 \div +180^{\circ}\text{C}$ ;

Б)  $+180 \div +190^{\circ}\text{C}$ ;

В)  $+160 \div +180^{\circ}\text{C}$ ;

Г)  $+180 \div +190^{\circ}\text{C}$ .

**9. До какой температуры позволяют осуществлять нагревание в специальных печах (например, для обжига сушилок) топочные газы?**

А)  $+1100 \div +1200^{\circ}\text{C}$ ;

Б)  $+900 \div +1000^{\circ}\text{C}$ ;

В)  $+1000 \div +1100^{\circ}\text{C}$ ;

Г)  $+1200 \div +1300^{\circ}\text{C}$ .

**10. Какие периоды имеют регенераторы большинства печей?**

А) подогрева и нагрева;

Б) охлаждения и криогенного охлаждения;

В) нагрева и перегрева

Г) нагрева и охлаждения.

**Критерии оценки тестовых заданий:**

1. Полнота знаний теоретического контролируемого материала.

2. Количество правильных ответов.

Максимальное количество баллов за тестовое задание – 5 баллов (9-10 правильных ответов).

### **Шкалы оценки образовательных достижений**

Оценка знаний студента при выполнении практических работ и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
1	2	3	4	5
ПР1-4	Практическая работа №1-4	выставляется студенту, если он самостоятельно и без ошибок выполнил практическую работу, свободно владеет ее материалом и отвечает на поставленные вопросы, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах правильно обосновывает принятые решения.	5-4	5-2
		выставляется студенту, если он в большей части самостоятельно и без принципиальных ошибок выполнил практическую работу, владеет ее материалом и отвечает на большинство поставленных вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах не всегда может правильно обосновать принятые решения.	3	

		выставляется студенту, если он выполнил практическую работу с помощью преподавателя, допускал принципиальные ошибки, не в полной мере владеет материалом практической работы, часто не может обосновать принятые решения и не отвечает на значительную часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса.	2	
		выставляется студенту, который не знает значительной части материала практической работы, часто допускал принципиальные ошибки, не отвечает на большую часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса, не может обосновать принятые решения.	н/з	

Оценка знаний студента при выполнении лабораторных работ и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
1	2	3	4	5
ЛР1-4	Лабораторная работа №1-4	выставляется студенту, если он самостоятельно и без ошибок выполнил лабораторную работу, свободно владеет ее материалом и отвечает на поставленные вопросы, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах правильно обосновывает принятые решения.	5-4	5-2
		выставляется студенту, если он в большей части самостоятельно и без принципиальных ошибок выполнил лабораторную работу, владеет ее материалом и отвечает на большинство поставленных вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах не всегда может правильно обосновать принятые решения.	3	
		выставляется студенту, если он выполнил лабораторную работу с помощью преподавателя, допускал принципиальные ошибки, не в полной мере владеет материалом лабораторной работы, часто не может обосновать принятые решения и не отвечает на значительную часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса.	2	

		выставляется студенту, который не знает значительной части материала работы, часто допускал принципиальные ошибки, не отвечает на большую часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса, не может обосновать принятые решения.	н/з	
--	--	--	-----	--

Оценка знаний на коллоквиумах и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
1	2	3	4	5
КЛ.	Коллоквиум №1	выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно отвечает на вопрос и умеет увязывать теорию с практикой	5-4	5-2
		выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	3	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала	2	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки	н/з	

В качестве оценочного средства при проведении рубежного контроля используется, так называемый Контроль по итогам (КИ), минимальная положительная оценка за который подразумевает усвоение студентом необходимого минимума материала, который выставляется в соответствии со следующей таблицей

Код оценочного средства	Вид контроля	Минимальный балл	Максимальный балл
ПР1-4	Практическая работа №1-4	8	20
ЛР1-4	Лабораторная работа №1-4	8	20
КЛ	Коллоквиум №1	2	5
Т1	Тест №1	2	5
<b>КИ</b>	<b>Контроль по Итогам</b>	<b>20</b>	<b>50</b>

Оценка знаний на экзамене и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей

<b>Оценка по 5-</b>	<b>Сумма</b>	<b>Требования к знаниям на экзамене</b>
---------------------	--------------	---

балльной шкале	баллов	
«отлично»	40 ÷ 50	выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные
«хорошо»	30 ÷ 39	выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого знания материала
«удовлетворительно»	20 ÷ 29	выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал только знание основного материала, допускал существенные неточности в ответах, недостаточно технически грамотно формулировал ответы
«неудовлетворительно»	менее 19	выставляется студенту, если допускал неправильные ответы на поставленные вопросы или не смог ответить на часть вопросов, не смог подтвердить знание значительной части материала.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
	65-69	
3 – «удовлетворительно»	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Стоянов, Н. И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и теплообмен) : учебное пособие / Н. И. Стоянов, С. С. Смирнов, А. В. Смирнова. — Ставрополь : СКФУ, 2014. — 225 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155167>
2. Болдин, В. П. Теплообменное оборудование предприятий : учебное пособие / В. П. Болдин. — Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018. — 113 с. <https://e.lanbook.com/book/164805>
3. Теплообменное оборудование предприятий : учебное пособие / составитель Л. П. Артамонова. — 3-е изд., доп. — Ижевск : Ижевская ГСХА, 2019. — 156 с. <https://e.lanbook.com/book/158594>

### Дополнительная литература:

4. Карапузова Н. Ю. Теплообменное оборудование предприятий / Н.Ю. Карапузова, В.М. Фокин. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2012. - 68 с. <https://ibooks.ru/bookshelf/29743/reading>
5. Примеры и задачи по теплообмену : учебное пособие / В. С. Логинов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 256 с. <https://e.lanbook.com/book/112072>

### Учебно-методические пособия

6. Теплообменное оборудование предприятий [Текст] : метод. указ. к вып. контр. раб. по дисц. " Теплообменное оборудование предприятий " для студ. напр. "Теплоэнергетика и теплотехника" заоч. форм обуч. / сост. Денисенко И. П. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016. - 32 с.



## **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории №.311.

Оборудование:

Автоматизированное рабочее место преподавателя:

Компьютер Orion Asus – 1;

процессор – AMD Athlon(tm)IIx2220, 2.80 GHz; оперативная память – 4,00 Gb.

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

Экран настенный с электроприводом – 1; Колонки Microlad B-72;

Проектор мультимедийный ASER 1 – 1.

Практические занятия проводятся в лаборатории «Гидравлика» (ауд.113)

Оборудование:

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов;

Комплект документации, методическое обеспечение;

Лабораторное оборудование по дисциплине «Гидравлика»: «Капелька 1», «Капелька 2»

Исследование истечения жидкости из отверстий и насадок.

Определение коэффициента местных гидравлических сопротивлений.

Определение коэффициента гидравлического трения прямой трубы.

Изучение режимов движения жидкости.

## **Учебно-методические рекомендации для студентов**

### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

### **2. Указания для участия в практических занятиях**

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

Получить у преподавателя задание на выполнение практического задания, как правило это решение задачи по пройденному лекционному материалу. Решение задачи оформить письменно или выполнить с использованием компьютера и при необходимости распечатать и сдать преподавателю на проверку.

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

### 3. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Получить задание у преподавателя на выполнение лабораторной работы. Изучить методическое указание по ее выполнению. Выполнить предусмотренные измерения и оформить отчет в письменном виде в соответствии с требованиями методических указаний. Отчет сдать на проверку преподавателю и отчитаться устно, отвечая на вопросы преподавателя.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

### 4. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентами рефератов. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами (презентациями).

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Подготовить теоретические вопросы или задачи, которые должны выполнить студенты во время практического занятия. Подготовить список литературных источников, необходимых для выполнения задания и которые студенты могут получить в библиотеке института. Подготовить перечень интернет-ресурсов, которые помогут в выполнении практического задания. После получения отчетов выполнить проверку и на следующем практическом занятии разобрать допущенные ошибки и подсказать, как их необходимо устранить.

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

Заблаговременно проверить работоспособность лабораторных установок. Наличие методических указаний к проведению лабораторных работ. Подготовить индивидуальное задание по установкам режимов работы лабораторных установок для каждого студента, в соответствии со списком студентов.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

## 4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Рабочую программу составил доцент Краснолудский Н.В.

Рецензент: доцент Устинов Н.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.