

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 «Оптимизация систем теплоснабжения и  
кондиционирования»

#### **Направления подготовки**

«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

#### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Промышленная теплоэнергетика»

#### **Квалификация выпускника**

*Бакалавр*

#### **Форма обучения**

Заочная

## Цель освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение знаний, необходимых для плодотворной творческой деятельности бакалавра. Дисциплина «Оптимизация систем теплоснабжения и кондиционирования» формируют технологическое мировоззрение бакалавров для их производственно-технологической и проектно-конструкторской профессиональной деятельности.

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»;
- 20.001 Работник по оперативному управлению объектами тепловой электростанции;
- 20.014 Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение курса «Оптимизация систем теплоснабжения и кондиционирования» связано с необходимостью знаний основ математики, физики, общей неорганической химии, физической химии, общей химической технологии, широкое использование, которых не только даёт возможность наиболее точно выразить теоретические закономерности, но и является необходимым инструментом их установления.

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 Анализ технического состояния тепломеханического оборудования, технологических систем и трубопроводов (ПС 24.083);
- В/05.6 Проведение профилактических мероприятий по предотвращению нарушений в работе оборудования ТЭС, аварий и пожаров (ПС 20.001);
- В/02.6 Планирование работ по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС (ПС 20.014);
- В/01.6 Разработка инструкций, стандартов и регламентов деятельности по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС (ПС 20.014);
- А/02.6 Организация работ по направлению деятельности проекта (ПС 24.009);
- В/02.6 Руководство изменением режимов работы и производством переключений на оборудовании ТЭС (ПС 20.001);
- В/01.6 Ведение заданного режима работы оборудования ТЭС (ПС 20.001).

## 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	ПК-1 способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их	У-ПК-1 Знать: документы и стандарты организации в области проектной деятельности; принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубо-

	<p>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</p>	<p>элементов в соответствии с нормативной документацией</p>	<p>проводов 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 В-ПК-1 Владеть: методиками составления документации с описанием объема работ по направлению проекта; методами контроля ключевых показателей эффективности и качества по направлению проекта.</p>
<p>Участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки новой продукции</p>	<p>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</p>	<p>ПК-9 Способен управлять технологическими процессами и участвовать в работах по освоению и доводке технологических процессов</p>	<p>З-ПК-9 Знать: технические характеристики обслуживаемого оборудования, устройство и порядок его работы, паспортные данные и пределы безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов У-ПК-9 Уметь: анализировать техническое состояние оборудования и технологических систем; применять приемы и методы по доводке и освоению технологических процессов В-ПК-9 Владеть: современными технологиями для выполнения работ по доводке и освоению технологических процессов</p>
<p>Принципы системного подхода; методы моделирования процессов и систем, стандартные средства автоматизации</p>	<p>Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование</p>	<p>ПК-10 Способен демонстрировать знание принципов построения автоматических и автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами тепловых и атомных электро-</p>	<p>З-ПК-10 Знать: принцип построения автоматизированной системы управления технологическими процессами тепловых и атомных электростанций У-ПК-10 Уметь: работать с программным обеспечением АСУП, оперативно отслеживать, систематизировать и</p>

проектирования	согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	станций	анализировать поступающую информацию, формировать представление об оперативной ситуации В-ПК-10 Владеть: инструментальными средствами автоматизации
Разработка оперативных планов работы первичных производственных подразделений	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-12 способен участвовать в разработке оперативных планов работы производственных подразделений	3-ПК-12 Знать: методы управления и контроля производственным персоналом, организацию труда первичных производственных подразделений У-ПК-12 Уметь: осуществлять планирование производства работ В-ПК-12 Владеть: навыками оперативного планирования работы производственных подразделений
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 диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-4.1 Способен осуществлять систематический контроль поддержания работоспособности оборудования систем нормальной эксплуатации	3-ПК-4.1 Знать: технические характеристики обслуживаемого оборудования; устройство и порядок его работы, паспортные данные и пределы безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов, требования предъявляемые к теплоносителю, и способы поддержания параметров водно-химического режима. У-ПК-4.1 Уметь: анализировать техническое состояние оборудования и технологических систем, определять готовность оборудования систем нормальной эксплуатации.

	скими процессами в теплоэнергетики.	В-ПК-4.1 Владеть: методами анализа технического состояния турбинного оборудования
--	-------------------------------------	---

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспи- тательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплано- вую внеучебную деятель- ность
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 5-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма)	Макси- маль- ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Термодинамические основы получения тепла и холода (Введение, назначение, классификация, области применения)	16	1	-	2	12/1		25
	2	Термодинамические ос-	18/1	1	-	2/1	14/1		

		новы получения тепла и холода (Системы тепло-холодоснабжения)						Кл	
2	3	Технологические схемы и оборудование(Тепло- и хладоносители)	18/1	1	-	2/1	14/1	Кл	25
	4	Технологические схемы и оборудование (Основное и вспомогательное оборудование)	20	1	-	2	16/1		
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>72/2</b>	<b>4</b>		<b>8/2</b>	<b>56/4</b>	<b>3</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
З	Зачет

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Лекция 1 <i>Введение, назначение, классификация, области применения</i> 1.Перспективы и развитие трансформаторов тепла, 2.Роль в системах с тепловыми процессами, 3.Использование на предприятиях.	1	1,2,4,6
Лекция 2 <i>Системы тепло- холодоснабжения</i> 1.Системы кондиционирования. 2.Комбинированные системы. 3.Требования к производительности и температурному режиму. 4.Принципиальные схемы. 5.Сравнение и выбор	1	1,2,4,5
Лекция 3 <i>Тепло- и хладоносители</i> 1. Требования к свойствам хладоагентов. 2.Ввыбор хладоагента. 3.Аальтернативные хладоагенты. 4. Требования к свойствам теплоносителей. 2.Ввыбор теплоносителя. 3.Аальтернативные теплоносители.	1	1,2,3,4
Лекция 4 <i>Основное и вспомогательное оборудование</i> 1Основное и вспомогательное оборудование. 2.Технические характеристики. 4.Расчет размеров и на прочность. 5.Выбор оптимального оборудования	1	1,2,3,4,5,6

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Тема 1. <i>Введение, назначение, классификация, области применения</i> Типовая схема тепло- холодоснабжения, кондиционирования воздуха на предприятиях теплоэнергетики.	2	1,2,4,6
Тема 2. <i>Системы тепло- холодоснабжения</i> Системы теплоснабжения. Системы холодоснабжения. Системы кондиционирования. Комбинированные системы. Требования к производительности и температурному режиму. Принципиальные схемы. Сравнение и выбор. Требования к обслуживанию систем. Расчет тепловых балансов и расхода теплоносителей	2	1,2,4,5
Тема 3. <i>Тепло- и хладоносители</i> Тепло- и хладоносители, свойства, требования к ним, сравнение, выбор. Эксплуатация носителей. Экономическое обоснование выбора носителя. Оптимальный выбор теплоносителя. Расчет затрат на применение различных теплоносителей для одного принципиального процесса	2	1,2,3,4
Тема 4 <i>Основное и вспомогательное оборудование</i> Основное и вспомогательное оборудование. Технические характеристики. Расчет размеров и на прочность. Техничко-экономический расчет модернизации и эксплуатации оборудования. Выбор оптимального оборудования. Расчет размеров и оценка массы различных промежуточных теплообменных аппаратов	2	1,2,3,4,5,6

### Перечень лабораторных работ не предусмотрен учебным планом

#### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Типовая схема тепло- холодоснабжения, кондиционирования воздуха на предприятиях теплоэнергетики. Различия в системах ТЭЦ и ГРЭС(КЭС)	12	1,2,4,6
Системы теплоснабжения. Системы холодоснабжения. Системы кондиционирования. Комбинированные системы. Требования к производительности и температурному режиму. Принципиальные схемы. Сравнение и выбор. Требования к обслуживанию систем. Расчет тепловых балансов и расхода теплоносителей	14	1,2,4,5
Тепло- и хладоносители, свойства, требования к ним, сравнение, выбор. Эксплуатация носителей. Экономическое обоснование выбора носителя. Оптимальный выбор теплоносителя. Расчет затрат на применение различных теплоносителей для одного принципиального процесса	14	1,2,3,4

Основное и вспомогательное оборудование. Технические характеристики. Расчет размеров и на прочность. Технико-экономический расчет модернизации и эксплуатации оборудования. Выбор оптимального оборудования. Расчет размеров и оценка массы различных промежуточных теплообменных аппаратов	16	1,2,3,4,5,6
---	----	-------------

### Контрольная работа

Контрольная работа содержит четыре задачи.

Номер варианта исходных данных выбирается из таблиц к каждой задаче в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки

Задача 1.

Выбрать оптимальный диаметр трубопровода системы отопления многоквартирного дома с тепловой мощностью  $Q$  кВт, если тепловыделитель удален от дома на расстояние  $L$  м

Последняя цифра шифра	$Q$ кВт	$L$ м
0	1000	100
1	12000	200
2	13000	300
3	14000	100
4	15000	200
5	16000	300
6	17000	100
7	18000	200
8	19000	300
9	20000	100

Задача 2

Для перемещения теплоносителя с расходом  $Q$  м<sup>3</sup>/час, выбрать насос с напором  $H$  м.

Условием оптимизации является минимальная потребляемая мощность насосом

Последняя цифра шиф- ра	$Q$ м <sup>3</sup> /час	$H$ м
0	50	30
1	75	40
2	100	50
3	50	35
4	75	45
5	100	30
6	50	40
7	75	50



8	100	60
9	50	55

### Задача 3

Выбрать оптимальный теплоноситель из двух: вода и водяной пар, если необходимо в теплопункт от ТЭЦ перенести теплоту мощностью  $Q$  кВт, на расстояние  $L$  км. Температура подачи теплоносителя  $120^{\circ}\text{C}$ , обратная температура  $100^{\circ}\text{C}$

Последняя цифра шифра	$Q$ МВт	$L$ км
0	100	1
1	125	1,5
2	150	2
3	175	1
4	200	1,5
5	100	2
6	125	1
7	150	1,5
8	175	2
9	200	1

### Задача 4

Для теплопункта подобрать промежуточный теплообменный аппарат с тепловой мощностью  $Q$  кВт, работающий с теплоносителем вода и температурным режимом  $t_n$   $t_k$ . Критерием оптимизации является габаритный размер

Последняя цифра шифра	$Q$ кВт	$t_n$ $^{\circ}\text{C}$	$t_k$ $^{\circ}\text{C}$
0	10	115	70
1	12	105	70
2	14	115	70
3	16	105	70
4	18	115	70
5	11	105	70
6	13	115	70
7	15	105	70
8	17	115	70
9	19	105	70

Контрольная работа выполняется в ученической тетради или на одной стороне листа формата А4 рукописным способом. Допускается набирать на компьютере и распечатывать на принтере на одной стороне стандартного листа формата А4. Шрифт: Times New Roman, высота 14; интервал – полторный, выравнивание текста - по ширине.

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

## **Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

### **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 в аудиториях с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

### **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 (темы)	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	Термодинамические основы получения холода	ПК-1,ПК-9,ПК-10, ПК-12, ПК-4.1	Коллоквиум
3	Оптимизация схем и установок получения холода	ПК-1,ПК-9,ПК-10, ПК-12, ПК-4.1	Коллоквиум
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет	ПК-1,ПК-9,ПК-10, ПК-12, ПК-4.1	Вопросы к зачету (Письменно)

### **Вопросы входного контроля.**

1. Понятие температуры.
2. Что называют теплотой.
3. Понятие холода.
4. Что называют холодильной установкой.
5. Что такое умеренное охлаждение.
6. Понятие глубокого охлаждения.
7. За счет чего достигается охлаждение в парокомпрессионной холодильной установке.
8. Что такое холодильный коэффициент.
9. Что называют греющей средой.
10. Что называют охлаждающей средой.

### **Вопросы к коллоквиуму №1:**

1. Системы теплоснабжения.
2. Системы холодоснабжения.
3. Системы кондиционирования.
4. Комбинированные системы тепло-холодоснабжения.
5. Требования к производительности и температурному режиму.
6. Принципиальные схемы тепло-холодоснабжения.
7. Сравнение и выбор тепло-холодоснабжения.
8. Требования к обслуживанию систем тепло-холодоснабжения.
9. Расчет тепловых балансов и расхода теплоносителей.
10. Тепло- и холодоносители, свойства, требования к ним, сравнение, выбор.

### **Вопросы к коллоквиуму №2:**

1. Эксплуатация носителей.
2. Экономическое обоснование выбора носителя.
3. Оптимальный выбор теплоносителя.
4. Расчет затрат на применение различных теплоносителей для одного принципиального процесса.
5. Основное и вспомогательное оборудование систем тепло-холодоснабжения.
6. Технические характеристики систем тепло-холодоснабжения.
7. Расчет размеров и на прочность элементов оборудования.
8. Техничко-экономический расчет модернизации и эксплуатации оборудования.
9. Выбор оптимального оборудования.
10. Расчет размеров и оценка массы различных промежуточных теплообменных аппаратов.

### **Вопросы к зачету**

1. Перспективы и развитие трансформаторов тепла,
2. Роль в системах с тепловыми процессами,
3. Использование на предприятиях.
4. Системы кондиционирования.
5. Комбинированные системы.
6. Требования к производительности и температурному режиму.
7. Принципиальные схемы.
8. Сравнение и выбор
9. Требования к свойствам хладагентов.
10. Выбор хладагента.

- 11.Альтернативные хладагенты.
12. Требования к свойствам теплоносителей.
- 13.Выбор теплоносителя.
- 14.Альтернативные теплоносители.
- 15.Основное и вспомогательное оборудование.
- 16.Технические характеристики.
- 17.Расчет размеров и на прочность.
- 18.Выбор оптимального оборудования
- 19.Системы теплоснабжения. Системы холодоснабжения. Системы 20.кондиционирования. Комбинированные системы.
- 21.Требования к производительности и температурному режиму.
- 22.Принципиальные схемы. Сравнение и выбор.
- 23.Требования к обслуживанию систем.
- 24.Расчет тепловых балансов и расхода теплоносителей
- 25.Тепло- и хладоносители, свойства, требования к ним, сравнение, выбор.
- 26.Эксплуатация носителей.
- 27.Экономическое обоснование выбора носителя.
- 28.Оптимальный выбор теплоносителя.
- 29.Расчет затрат на применение различных теплоносителей для одного принципиального процесса
- 30.Основное и вспомогательное оборудование.
- 31.Технические характеристики.
- 32.Расчет размеров и на прочность.
- 33.Технико-экономический расчет модернизации и эксплуатации оборудования.
- 34.Выбор оптимального оборудования.
- 35.Расчет размеров и оценка массы различных промежуточных теплообменных аппаратов

### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
100-60	«зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.</li> </ul>
59-0	«не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.</li> </ul>

## **Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Бохан, К. А. Системы кондиционирования воздуха : учебное пособие / К. А. Бохан. — Брянск : Брянский ГАУ, 2018. — 174 с. <https://e.lanbook.com/book/133044>.
2. Соколов, В. Ю. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения : учебное пособие / В. Ю. Соколов, С. В. Митрофанов, А. В. Садчиков. — Оренбург : ОГУ, 2016. — 200 с. <https://e.lanbook.com/book/97998>.

### **Дополнительная литература:**

3. Бодров, М. В. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Правила оформления курсовых и выпускных квалификационных работ : учебное пособие / М. В. Бодров. — Нижний Новгород : ННГАСУ, 2020. — 146 с. <https://e.lanbook.com/book/164871>.
4. Круглов, Г. А. Теплотехника : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. <https://e.lanbook.com/book/143117>.
5. Еремкин, А. И. Тепловой режим зданий : учебное пособие для вузов / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-8048-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171407>
6. Кудинов, А. А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / А. А. Кудинов, С. К. Зиганшина. — Москва : Машиностроение, 2011. — 374 с. — ISBN 978-5-94275-558-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2014>

## **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:

MS Windows, MS Office Professional, Kaspersky Security

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

Проектор мультимедийный ASER 1 – 1.

Практические и лабораторные занятия проводятся в лаборатории «Теплотехника и термодинамика» №318

Оборудование:

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов;

Комплект документации, методическое обеспечение;

Лабораторный стенд ТОТ-ТПБ для испытания различных конструкций теплообменников;

Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ:

1.Определение теплоемкости воздуха;

2.Определение критического диаметра тепловой изоляции;

3.Определение критического перепада давления и критической скорости;

4.Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов.

Лабораторный стенд «Технология очистки и обезвреживания промышленных выбросов».

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

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.

#### 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.

#### Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

### **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. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. 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 зре-

ния 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, особо выделяя, категориальный аппарат. 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 студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

- 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 вовремя 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 отчет 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 занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. 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



Устинов Н.А.

Рецензент: доцент



Костин Д.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника от 15.11.2021 года, протокол №2.

Председатель учебно-методической комиссии



Разуваев А.В.