

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 «Физико-химические основы горения»

### **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 «Физико-химические основы горения» 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.
- 20.014 Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции.

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение курса «Физико-химические основы горения» связано с необходимостью знаний основ физики (общая), химии (общая), технической термодинамики, широкое использование, которых не только даёт возможность наиболее точно выразить теоретические закономерности, но и является необходимым инструментом их установления.

Для освоения дисциплины «Физико-химические основы горения» необходимы знание, умение и владение материалом по предшествующим дисциплинам в соответствии с требованиями освоения следующих компетенций: физика; химия; техническая термодинамика.

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);
- 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);
- В/02.6.Планирование работ по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС (ПС 20.014).

## 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 диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	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 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
Участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-	ПК-7 Способен управлять технологическими процессами и участвовать в работах по освоению и доводке технологических процессов	З-ПК-7 Знать: технические характеристики обслуживаемого оборудования, устройство и порядок его работы, паспортные данные и пределы безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов У-ПК-7 Уметь: анализировать техническое состояние оборудования и технологических систем; применять приемы и методы по доводке и освоению технологических процессов В-ПК-7 Владеть: современными

	техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике		технологиями для выполнения работ по доводке и освоению технологических процессов
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения ( <b>B18</b> )	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 7-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 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*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
	1	Основные понятия процесса горения	26	1	-	-	24/1		

1	2	Физические процессы при горении	29	1	2/2	-	24/2		
	3	Химические процессы при горении	28	2	-	-	24/2	КЛ	25
2	4	Процессы горения жидких и твердых веществ	30	2	2/2	-	24/2	Т	
	5	Процессы горения газообразных веществ	31	2	4	-	23/2	КЛ	25
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>144/4</b>	<b>8</b>	<b>8/4</b>		<b>119/9</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
Т	Тест
КЛ	Коллоквиум
Э	Экзамен

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Лекция 1. <b>Основные понятия процесса горения</b> Общие понятия процесса горения. Реакции горения и газификации.	1	1-7
Лекция 2. <b>Физические процессы при горении</b> Кинетика химических реакций. Энергия активации.	1	1-7
Лекция 3. <b>Химические процессы при горении</b> Цепные реакции горения. Воспламенение горючей смеси. Распространение пламени. Смесеобразование. Ламинарное и турбулентное горение.	2	1-7
Лекция 4. <b>Процессы горения жидких и твердых веществ.</b> Виды органических топлив, их характеристика. Твердое топливо. Жидкое топливо. Топочные устройства. Классификация способов сжигания топлива. Горение топлива в плотном фильтрующем слое. Факельное горение твердого топлива в потоке воздуха. Горение жидкого топлива.	2	1-7
Лекция 5. <b>Процессы горения газообразных веществ.</b> Газообразное топливо. Искусственные газы. Природные газы. Газовые месторождения. Физико-химические процессы при горении газа. Молекулярная и молярная (турбулентная) диффузия. Основные уравнения горения. Стабилизация пламени. Особенности горения природных и попутных газов. Классификация горелок. Горелки полного предварительного смешения газа с воздухом – кинетические.	2	1-7

**Перечень практических занятий не предусмотрен учебным планом**

## Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Определение содержания серы в топливе	2	1-7
Анализ влагосодержания в органическом топливе	2	1-7
Определение выхода летучих веществ	4	1-7

## Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<b>Основные понятия процесса горения</b> Химически однородные и неоднородные горючие системы.	24	1-7
<b>Физические процессы при горении</b> Режимы распространения пламени.	24	1-7
<b>Химические процессы при горении</b> Окислители. Источники воспламенения	24	1-7
<b>Процессы горения жидких и твердых веществ.</b> Подготовка топлива для факельного сжигания. Пылеприготовление. Горение водомазутных эмульсий.	24	1-7
<b>Процессы горения газообразных веществ</b> Горение подготовленной смеси в ламинарном потоке. Нормальная скорость распространения пламени, методы ее определения. Конструкции инжекционных горелок. Горелки частичного незавершенного предварительного смешения газа с воздухом. Горелки внешнего смешения – диффузионные.	23	1-7

## 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. Рассчитать количество воздуха, необходимого для сгорания **М** кг мазута если при горении необходимо обеспечить коэффициент избытка воздуха **а**

Последняя цифра шифра	М кг	а
0	96,48	1,1
1	96,84	1,2
2	97,00	1,3
3	97,02	1,1
4	97,22	1,2
5	97,42	1,3

6	97,66	1,1
7	97,91	1,2
8	98,12	1,3
9	98,44	1,1

Задача 2. Определить количество продуктов сгорания, образующихся при сгорании **М** кг мазута, со сгоранием с коэффициентом избытка воздуха **а**

Последняя цифра шифра	М  кг	а
0	55	1,8
1	55,5	1,7
2	60	1,6
3	60,4	1,5
4	72	1,8
5	71,5	1,7
6	82	1,6
7	82,7	1,5
8	95	1,8
9	94,1	1,7

Задача 3. Определить теоретическую температуру сгорания газа, сгорающего с коэффициентом избытка воздуха **а**

Последняя цифра шифра	газ	а
0	CH <sub>4</sub>	1
1	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub>	1,05
2	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub>	1.1
3	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1
4	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,05
5	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1.1
6	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub>	1
7	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,05
8	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1.1
9	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1

Задача 4. Определить объем рабочей камеры печи, при работе на мазуте с теплотой сгорания  $Q^p_n=40529$  кДж/кг, если известны расход топлива  $B=0,5$  кг/с, температура подогрева мазута  $t_m=90^\circ\text{C}$  и его теплоемкость  $c_m=1,97$  кДж/(кг $\cdot$ К), тепловое напряжение топочного объема  $Q/V_T=490$  кВт/м<sup>3</sup>.

Последняя цифра шифра	$Q^p_n$	$B$	$t_m$	$c_m$	$Q/V_T$
0	40529	0,5	90	1,97	490
1	40545	0,55	92	2	495
2	40550	0,6	95	2,3	498
3	40555	0,63	97	2,6	500
4	40560	0,66	98	2,9	505
5	40565	0,69	100	3,2	510
6	40570	0,72	102	3,5	515
7	40575	0,75	105	3,8	520
8	40580	0,78	107	4,2	530
9	40585	0,81	109	4,5	535

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 – полуторный, 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. Лабораторные работы проводятся на лабораторных установках. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к практическим занятиям.

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются устный и письменный опрос, контрольная работа, защита домашних заданий, опрос на лекциях.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются результаты выполнения практических и лабораторных работ и устные ответы на поставленные преподавателем вопросы.



Для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы.  
По итогам обучения выставляется экзамен.

№ 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	Физические процессы горения	ПК-1, ПК-5, ПК-7	Коллоквиум
3	Химические процессы горения	ПК-1, ПК-5, ПК-7	Тест, Коллоквиум
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Экзамен	ПК-1, ПК-5, ПК-7	Вопросы к экзамену (Письменно)

### **Вопросы входного контроля**

1. Скорость химических реакций
2. Обратимые и необратимые реакции
3. Гомогенные и гетерогенные реакции и их скорость
4. Закон действия масс
5. Константа скорости и константа химического равновесия
6. Температура и давление
7. Удельный объем продуктов сгорания.
8. Понятие концентрации вещества.
9. Способы выражения состава фаз.
10. Материальный баланс химической реакции

### **Вопросы выходного контроля.**

Оценочные средства **текущего контроля** включают тестовые задания (Т) и коллоквиум (Кл).

Тесты:

1. Физико-химический процесс, при котором горючие вещества под воздействие высоких температур вступают в химическое взаимодействие с окислителем, превращаясь в продукт горения, называется:
  - 1). Взрывом
  - 2). Горением
  - 3). Самовоспламенением
2. Устройство, подготавливающее горючую смесь к воспламенению, называется:
  - 1). Топочными устройствами
  - 2). Печью
  - 3). Горелкой
3. Вещества, способные загораться на воздухе от источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления, называются
  - 1). Негорючими;
  - 2). Горючими;
  - 3). Трудногорючими
4. Реакции, сопровождающиеся образованием активной частицы, называются
  - 1). Цепными;
  - 2). Замещения;

3). Присоединения

5. Количество тепла, выделяющегося при полном сгорании массовой (для горючих газов объемной) единицы топлива, называется

1). Теплотой самовоспламенения;

2). Нижнем концентрационным пределом

3). Теплотой сгорания

6. Горючими веществами топлива являются:

1). Углерод, водород и зола;

2). Углерод, водород и сера

3). Углерод, водород и азот

7. Топки, в которых осуществляют горение пылевидного топлива, называются:

1). Камерными;

2). Слойные;

3). Циклонные (вихревые)

8. Горение заранее подготовленной смеси называют

1). Промежуточным

2). Кинетическим;

3). Диффузионным

9. Чем определяется скорость химической реакции

1). Взаимной диффузией горючего и окислителя и химическими реакциями в образовавшейся газо-воздушной смеси;

2). Взаимной диффузией горючего и окислителя;

3). Химическими реакциями в образовавшейся газо-воздушной смеси.

10. При ламинарном диффузионном горении в зоне факела отмечают следующие зоны:

1). Поверхностной оболочки фронта пламени (зону горения); смеси продуктов сгорания с воздухом; воздуха

2). Топлива; поверхностной оболочки фронта пламени (зону горения); смеси продуктов сгорания с воздухом; воздуха

3). Топлива; смеси топлива с продуктами сгорания; поверхностной оболочки фронта пламени (зону горения); смеси продуктов сгорания с воздухом; воздуха

Вопросы к коллоквиуму:

### **Коллоквиум №1**

1. Общие понятия процесса горения.

2. Реакции горения и газификации.

3. Химически однородные горючие системы.

4. Химически неоднородные горючие системы.

5. Кинетика химических реакций.

6. Энергия активации.

7. Цепные реакции горения.

8. Воспламенение горючей смеси.

9. Нижний концентрационный предел воспламенения.

10. Верхний концентрационный предел воспламенения.

### **Коллоквиум №2**

1. Распространение пламени.

2. Смесеобразование.

3. Ламинарное и турбулентное горение.

4. Виды органических топлив, их характеристика.

5. Классификация способов сжигания топлива.
6. Топочные устройства.
7. Горение топлива в плотном фильтрующем слое. Факельное горение твердого топлива в потоке воздуха.
8. Горение жидкого топлива.
9. Газообразное топливо.
10. Искусственные газы. Природные газы. Газовые месторождения.

### Вопросы к экзамену

1. Основные понятия процесса горения
2. Общие понятия процесса горения.
3. Реакции горения и газификации.
4. Физические процессы при горении
5. Кинетика химических реакций.
6. Энергия активации.
7. Химические процессы при горении
8. Цепные реакции горения. Воспламенение горючей смеси.
9. Распространение пламени. Смесеобразование. Ламинарное и турбулентное горение.
10. Процессы горения жидких и твердых веществ.
11. Виды органических топлив, их характеристика.
12. Твердое топливо. Жидкое топливо.
13. Топочные устройства. Классификация способов сжигания топлива.
14. Горение топлива в плотном фильтрующем слое.
15. Факельное горение твердого топлива в потоке воздуха. Горение жидкого топлива.
16. Основные понятия процесса горения
17. Химически однородные и неоднородные горючие системы
18. Физические процессы при горении
19. Режимы распространения пламени.
20. Процессы горения жидких и твердых веществ.
21. Подготовка топлива для факельного сжигания. Пылеприготовление. Горение водомазутных эмульсий.
22. Процессы горения газообразных веществ
23. Горение подготовленной смеси в ламинарном потоке.
24. Нормальная скорость распространения пламени, методы ее определения. 25. Конструкции инжекционных горелок. Горелки частичного незавершенного предварительного смешения газа с воздухом. Горелки внешнего смешения – диффузионные.

### Шкалы оценки образовательных достижений

#### Экзамен

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (баллы за от- веты на экза- мене)	Требования к знаниям
90-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал моногра-

		фической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Записывает расчетные формулы, объясняет их значение, перечисляет основные законы, записывает математические выражения основных законов.
70-89	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
60-69	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» 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, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-59	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Адамян, В. Л. Теория горения и взрыва : учебное пособие для вузов / В. Л. Адамян. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 116 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/158953/#33>
2. Керученко, Л. С. Теория горения и взрыва : учебное пособие / Л. С. Керученко, М. С. Чекусов. — Омск : Омский ГАУ, 2018. — 140 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/105587/#21>
3. Портола, В. А. Расчет процессов горения и взрыва : учебное пособие / В. А. Портола, Н. Ю. Луговцова, Е. С. Торосян. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 108 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/69507/#3>
4. Теория горения и взрыва : учебное пособие / А. С. Голик, Ю. И. Иванов, В. А. Зубарева, О. С. Токарев ; под редакцией А. С. Голика. — Кемерово : КемГУ, 2011. — 121 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/4856/#10>

Дополнительная литература:

5. Менумеров, Р. М. Электробезопасность : учебное пособие / Р. М. Менумеров. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 196 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/139273/#148>
6. Попов, А. А. Производственная безопасность : учебное пособие / А. А. Попов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 432 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/12937/#336>
7. Савин, С. Н. Сейсmobезопасность зданий и территорий : учебное пособие / С. Н. Савин, И. Л. Данилов. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/67467/#197>

## Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в лекционный аудитория (ауд.412). Оборудование:

Автоматизированное рабочее место преподавателя:

процессор –AMD Athlon (tm) 64x2, 3800+2,01GHz;

оперативная память – 3,50Gb.

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

Микрофон Sven MK-200 настольный – 1; Проектор Viewsonic; Экран Lumien Eco Picture

180\*180 см настенный.

Доска для мела магнитная 3-х элементная BRAUBERG -1.

Лабораторные работы проводятся в лаборатория «Теплотехника и термодинамика» (ауд.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».

Реализация компетентного подхода в процессе изучения дисциплины предполагает организацию интерактивных занятий. Интерактивные занятия проводятся в виде лабораторных занятий, во время которых обучающиеся в непосредственном контакте с преподавателем осваивают практические навыки проведения экспериментальных исследований.

### **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 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.

### 3. 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

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

### 2. 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 вы-

полнения работ.

Заблаговременно проверить работоспособность лабораторных установок. Наличие методических указаний к проведению лабораторных работ. Подготовить индивидуальное задание по установке режимов работы лабораторных установок для каждого студента, в соответствие 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.

### 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.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.