

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 «Гидрогазодинамика»

**Направления подготовки**  
«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Промышленная теплоэнергетика»

**Квалификация выпускника**  
*Бакалавр*

**Форма обучения**  
Очная

## Цель освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины: знакомство студентов с основными методами, математическим аппаратом механики жидкости и газа, теоретическими основами гидрогазодинамики; приобретение навыков расчета потоков жидкости и газа.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

- 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

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП включает перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения курса «Гидрогазодинамика».

Фундаментальные основы высшей математики, включая алгебру, геометрию, математический анализ, дифференциальное и интегральное исчисление, теорию поля, дифференциальные уравнения.

Основные понятия информатики, современные средства вычислительной техники, основы алгоритмического языка и технологию составления программ.

Основные физические явления, фундаментальные понятия, механика, свойства жидкостей и газов законы и теории классической физики.

Основные подходы к формализации и моделированию движения и равновесия материальных тел.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

-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:

обще профессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	З-ОПК-2 Знать: основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, а также аппарат теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-2 Уметь: применять основные законы математики, физики и технических

		<p>наук при моделировании технологических процессов</p> <p>В-ОПК-2 Владеть: математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>
ОПК-3	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	<p>З-ОПК-3 Знать: основные законы движения жидкости и газа; законы термодинамики и термодинамических соотношений; законы и способы переноса теплоты и массы</p> <p>У-ОПК-3 Уметь: проводить расчеты теплотехнических установок и систем; расчеты термодинамических процессов, циклов и их показателей; расчет тепломассообмена</p> <p>В-ОПК-3 Владеть: навыками демонстрации применения стандартных методов расчета теплотехнических установок и систем с учетом теплофизических свойств рабочих тел</p>

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
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-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-9 Способен управлять технологическими процессами и участвовать в работах по освоению и доводке технологических процессов	<p>З-ПК-9 Знать: технические характеристики обслуживаемого оборудования, устройство и порядок его работы, паспортные данные и пределы безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов</p> <p>У-ПК-9 Уметь: анализировать техническое состояние оборудования и технологических систем; применять приемы и методы по доводке и освоению технологических процессов</p> <p>В-ПК-9 Владеть: современными технологиями для выполнения работ по доводке и освоению технологических процессов</p>
Изучение научно-	Тепловые и атомные электрические стан-	ПК-15 способен к проведению эксперимен-	З-ПК-15 Знать: методики проведения эксперимен-

технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов; проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований	ции, 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	тов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата	тов, фундаментальные разделы математики, необходимые для логического осмысления и обработки информации, полученной в ходе эксперимента У-ПК-15 Уметь: применять основные положения и методы математических наук при решении сложных комплексных профессиональных задач; проводить эксперименты В-ПК-15 Владеть: методиками экспериментального исследования, навыками использования математического аппарата при анализе результатов эксперимента.
--	---	---	---

### 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 и трудовое воспитание</b>	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности <b>(В16)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических студенческих исследований современных производственных систем; проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимально-	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

		го решения.	
--	--	-------------	--

## Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 3-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттеста ция раз- дела (форма)	Макси маль- ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1	Физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей.	44	6	4	4	30	СОБ.	12
	2	Особенности физическо-го и математического моделирования различных течений жидкостей и газов.	46	10	4	4	28	СОБ.	13
2	3	Внешнее обтекание тел потоком жидкости. Течение жидкости в трубах и каналах, проточных частях гидро-газодинамических машин. Истечение жидкости из отверстий и насадок. Гидравлический расчет трубопроводов.	44	6	4	4	30	СОБ.	12
	4	Газовая динамика. Уравнения газовой динамики. Дозвуковые и сверхзвуковые потоки газа, параметры потока.	46	10	4	4	28	СОБ.	13
Вид промежуточной аттестации			180/18	32/18	16	16	116	Экзамен	50

СОБ - собеседование

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- ме- тодическое обеспечение
1	2	3
<p>Лекция 1. <i>Тема лекции Введение</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предмет дисциплины, цели и задачи изучения.</li> <li>2. Основные физические свойства жидкостей и газов.</li> <li>3. Основные методы механики жидкости и газа, математический аппарат механики жидкости и газа</li> </ol>	2	[1...5]
<p>Лекция 2. <i>Тема лекции Основные законы гидростатики</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства.</li> <li>2. Дифференциальное уравнение Эйлера равновесия жидкости. Примеры интегрирования.</li> <li>3. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.</li> <li>4. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности.</li> <li>5. Закон Архимеда. Плавание тел.</li> </ol>	4	[1...5]
<p>Лекция 3. <i>Тема лекции Дифференциальные уравнения движения жидкости</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Дифференциальное уравнение Эйлера.</li> <li>2. Динамика вязкой несжимаемой жидкости, уравнения</li> <li>3. Турбулентные движения несжимаемой жидкости, турбулентность и ее статистические характеристики.</li> </ol>	4	[1...5]
<p>Лекция 4. <i>Тема лекции Основные понятия гидродинамики</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости, его геометрическая и энергетическая интерпретация.</li> <li>2. Примеры использования.</li> </ol>	4	[1...5]
<p>Лекция 5. <i>Тема лекции Подobie гидродинамических процессов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы теории подобия и анализа размерности. Принципы моделирования.</li> <li>2. Общие основные понятия физического подобия. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие потоков жидкости и газа.</li> <li>3. Критерии и числа подобия, их роль и физический смысл.</li> <li>4. Использование критериев подобия для моделирования.</li> </ol>	4	[1...5]
<p>Лекция 6. <i>Тема лекции Ламинарный режим движения жидкости</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ламинарный и турбулентный режимы движение жидкости.</li> <li>2. Уравнение равномерного движения жидкости.</li> <li>3. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе, распределение скоростей по сечению потока, средняя скорость, расход, потери давления.</li> <li>4. Ламинарное движение жидкости в плоских и кольцевых зазорах.</li> </ol>	4	[1...5]
<p>Лекция 7. <i>Тема лекции Гидравлический расчет трубопроводов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидравлический расчет простых и сложных трубопроводов.</li> <li>2. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Разветвленные трубопроводы. ( Расчет длинного трубопро-</li> </ol>	4	[1...5]

вода, короткого, сифона ). 3. Характеристика трубопроводов.		
Лекция 8. <i>Тема лекции</i> <b>Уравнения газовой динамики</b> 1. Уравнение неразрывности газовой динамики. 2. Уравнение сохранения количества движения газовой динамики. 3. Уравнение сохранения энергии. 4. Уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкого сжимаемого газа.	3	[1...5]
Лекция 9. <i>Тема лекции</i> <b>Скорость звука.</b> 1. Параметры торможения. Критическая скорость. Изэнтропические формулы. 2. Деление потоков на дозвуковые и сверхзвуковые. 3. Ударная волна. Прямой скачок уплотнения.	3	[1...5]

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Свойства жидкости, основное уравнение гидростатики, сила давления жидкости на поверхности.	4	[6...10]
Уравнение неразрывности, уравнение Бернулли.	4	[6...10]
Гидравлические потери, расчет трубопроводов. Изучение приборов для измерения давления	4	[6...10]
Методика гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.	4	[6...10]

### Перечень лабораторных работ

Тема лабораторного занятия. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Экспериментальное изучение режимов движения жидкости.	4	[6...10]
Определение коэффициента гидравлического трения прямой трубы.	4	[6...10]
Исследование истечения жидкости из отверстий и насадок.	4	[6...10]
Исследование характеристики трубопроводной системы и подбор насоса.	4	[6...10]

### Задания для самостоятельной работы студентов

<b>Вопросы для самостоятельного изучения (задания)</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Гидроудар в трубах. Способы снижения давления при гидроударе	30	[1...5]
Решение задач по различным разделам курса	28	[1...5]
Подготовка к рубежному контролю	30	[1...5]
Гидравлические потери, расчет трубопроводов	28	[1...5]

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

**Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

### **Образовательные технологии**

Реализация освоения данной дисциплины обеспечивается доступом каждого обучающегося к базам данных и библиотечным фондам, формируемым по полному перечню дисциплин (модулей) основной образовательной программы. В БИТИ действует компьютерные классы, в которых проводятся занятия по различным дисциплинам направления «Теплоэнергетика и теплотехника», в том числе и классы обеспечены доступом к сети Интернет для самостоятельной подготовки студентов. На кафедре имеются компьютеры с возможностью работы в специальных программах и доступа к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам, к таким как база данных периодических изданий.

Для аттестации обучающихся имеются базы оценочных средств по дисциплине в соответствии с утвержденными учебным планом и рабочей программой, включающие средства поэтапного контроля формирования компетенций (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация), включающие: вопросы для самопроверки, вопросы и задания для самостоятельной работы, рефераты или доклады по темам, тематика курсовых работ, вопросы к экзамену, тесты для контроля знаний.

### **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)



Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Физические свойства жидкостей и газов	ОПК – 2, ОПК-3. ПК – 9, ПК-15	Вопросы текущего контроля (устно)
3	Течение жидкости в трубах и каналах, Гидравлический расчет трубопроводов.	ОПК – 2, ОПК-3. ПК – 9, ПК-15	Вопросы текущего контроля (устно)
Промежуточная аттестация			
4	Экзамен	ОПК – 2, ОПК-3. ПК – 9, ПК-15	Вопросы к экзамену (устно)

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 устной форме.

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

1. Назначение и область применения источников и систем теплоснабжения.
2. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии, промышленное теплоснабжение.
3. Классификация тепловых нагрузок.
4. Сезонные и круглогодичные нагрузки.
5. Технологическое потребление пара и горячей воды.
6. Теплоносители, их параметры.
7. Графики теплоснабжения.
8. Определение расчетного количества теплоты на отопление здания.
9. Режимы теплоснабжения.
10. Энергоэффективность использования тепло – энергетических ресурсов.

**В качестве оценочного средства текущего контроля используются устный опрос, выполнение практических и лабораторных работ, опрос на лекциях.**

1. Основные физические свойства жидкостей и газов.
2. Основные методы механики жидкости и газа, математический аппарат механики жидкости и газа
3. Силы, действующие в жидкости.
4. Гидростатическое давление и его свойства.
5. Дифференциальное уравнение Эйлера равновесия жидкости.

Примеры интегрирования.

6. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
7. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности.
8. Закон Архимеда. Плавание тел.
9. Модель идеальной (невязкой) жидкости.
10. Дифференциальное уравнение Эйлера.
11. Динамика вязкой несжимаемой жидкости, уравнения
12. Турбулентные движения несжимаемой жидкости, турбулентность и ее статистические характеристики

**Для промежуточной аттестации предусмотрены экзаменационные вопросы.**

1. Физические свойства жидкости.
2. Гидростатика. Гидростатическое давление

3. Основное уравнение гидростатики
4. Эпюры давления жидкости
5. Законы Архимеда и Паскаля
6. Гидродинамика жидкости.
7. Уравнение неразрывности потока
8. Разность напоров и потери напора
9. Связь давления и скорости в потоке. Расчет.
10. Гидравлический удар. Гидравлика отверстий и насадков.
11. Физические свойства газов
12. Статическое давление. Эпюры давления
13. Приведённое полное давление
14. Уравнение Бернулли для газа
15. Режимы движения газа
16. Теплоносители атомных энергетических установок
17. Особенности применения жидкометаллических теплоносителей
18. Примеры и параметры жидкометаллических теплоносителей
19. Основные понятия и определения теории теплообмена.
20. Температурное поле. Температурный градиент
21. Тепловой поток. Закон Фурье
22. Коэффициент теплопроводности.
23. Дифференциальные уравнения теплопроводности
24. Условия однозначности для процессов теплопроводности
25. Теплопроводность через плоскую и цилиндрическую стенки.

## **Шкалы оценки образовательных достижений**

Сумма баллов	Оценка (ECTS)	Пятибальная система	Характеристика знаний студентов
90 – 100	A	отлично	“Отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85 – 89	B	хорошо	“Очень хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
75 – 84	C		“Хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65 – 74	D		“Удовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60 - 64	E	удовлетворительно	“Посредственно” - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
Ниже 60	F	не удовлетворительно	“Неудовлетворительно” - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

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

### **Основная литература:**

1. Куликов, А. А. Гидрогазодинамика : учебное пособие / А. А. Куликов, И. В. Иванова, И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 64 с. <https://e.lanbook.com/book/68444>
2. Штыков, В. И. Гидрогазодинамика : учебное пособие / В. И. Штыков. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2013. — 38 с. <https://e.lanbook.com/book/41122>
3. Павловский, В. А. Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы : учебное пособие для вузов / В. А. Павловский, Д. В. Никущенко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-7054-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154392>

### **Дополнительная литература:**

4. Иванова, И. В. Сборник задач по гидрогазодинамике : учебное пособие / И. В. Иванова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 109 с. <https://e.lanbook.com/book/45737>
5. Зуева, Е. Ю. Гидростатика. Гидродинамика вязкой жидкости. Практикум с методическими указаниями и решениями : учебное пособие / Е. Ю. Зуева. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. - 144 с. <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007457.html>
6. Сунчаляев Ф.Т., Сизов В.М. Определение коэффициента гидравлического трения прямой трубы. Методические указания к выполнению лабораторной работы. Балаково: БИТТУ СГТУ, 2009.-16 с.
7. Сизов В.М., Денисенко И.П., Сизова М.В. Исследование истечения жидкости из отверстий и насадок. Методические указания к выполнению лабораторной работы. Балаково: БИТТУ СГТУ, 2012.-12 с.
8. Сизов В.М., Денисенко И.П. Изучение режимов движения жидкости. Методические указания к выполнению лабораторной работы. СГТУ, БИТТУ, Балаково, 2008.-12 с.
9. Сизов В.М., Денисенко И.П. Сизова М.В. Испытание центробежного насоса. Методические указания к выполнению лабораторной работы. Балаково: БИТТУ СГТУ, 2007.-16 с.
10. Сизов В.М., Денисенко И.П. Изучение приборов для измерения давления. Методические указания к выполнению практической работы. Балаково: БИТТУ СГТУ, 2014.-12 с.

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

При проведении лекционных и лабораторных и практических занятий в качестве наглядных пособий, ТСО и вычислительной техники используются:

Мультимедийная аудитория при чтении лекционного курса (ауд. 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.

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»

## **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.

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 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.

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. 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 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, 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 лабораторных занятий.**

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о пра-

вильности поведения в лаборатории.

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

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 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 отчета 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.

### 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 профессор

Разуваев А.В.

Рецензент: доцент

Ефремова Т.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.