

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 «Техническая термодинамика»

### **Специальность**

«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Системы контроля и управления атомных станций»

### **Квалификация выпускника**

Инженер-физик

### **Форма обучения**

Очная

### Цель освоения дисциплины

Дать обучаемым знания в прикладных областях применения основных фундаментальных положений теоретической термодинамики, которые необходимы для создания и эффективного использования теплофизического и теплотехнического оборудования, выявления и утилизации вторичных энергоресурсов.

Умение обучаемым применять теоретические положения на практике позволяют развить инженерное мышление и более качественно подготовить обучающихся к будущей практической деятельности. В задачу курса входит также изложение методов анализа эффективности термодинамических циклов и поиск путей их совершенствования.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональным стандартом: «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий».

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Техническая термодинамика» базируется на следующих дисциплинах: математика, физика, теоретическая механика.

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении дипломной выпускной работы и для изучения дисциплин: «Парогенераторы», «Ядерные энергетические реакторы», а также программы аспирантской подготовки по направлению «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», «Теплоэнергетика и теплотехника», а также при прохождении производственных практик и государственной итоговой аттестации.

После изучения данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать следующие трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом: «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий» В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработка предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий.

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1: базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В- ОПК-1: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного Проектирования и ис-	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энер-	ПК-2 Способен проводить математическое моделирование для анализа всей совокупности процессов в ядерно-	З-ПК-2 знать методы математического анализа для моделирования процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС

следований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	гетических установках и на атомных станциях.	энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС	У-ПК-2 уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС, В-ПК-2 владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований
--	--	---	---

универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

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

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 (В16)	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 оптимального решения.	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

## Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 5-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Атте- стация разде- ла (фор- ма)	Макси- мальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1.1	Введение. Основные понятия и определения технической термодинамики.	6	2	-		4		3
	1.2	Термодинамические процессы.	6	2	-		4		3
	1.3	Первый закон термодинамики.	6	2	-		4		3
	1.4	Второй закон термодинамики.	10	2	-	4	4	УО -1	3
	1.5	Термодинамические процессы идеального газа.	6	2	-		4		3
	1.6	Политропный процесс.	6	2	-		4		3
	1.7	Термодинамика потока.	6	2	-		4		3
	1.8	Понятия о водяном паре.	6	2	-		4		3
2	2.1	Циклы двигателей внутреннего сгорания и газотурбинной установки.	6	2	-		4		3
	2.2	Циклы паротурбинных установок.	10	2	-	4	4	УО -1	3
	2.3	Циклы Карно и Ренкина насыщенного пара.	5	2	-		3		3
	2.4	Расчет обратимого цикла ПТУ.	5	2	-		3		3
	2.5	Выбор давления вторичного перегрева пара ПТУ.	5	2	-		3		3
	2.6	Термодинамические особенности цикла АЭС на насыщенном водяном паре. Термодинамические особенности двухконтурного цикла АЭС.	5	2	-		3		3
	2.7	Основы теории теплообмена.	10	2	-	4	4	УО -1	4
	2.8	Компрессорные установки. Работа трехступенчатого поршневого компрессора.	10	2	-	4	4	УО -1	4
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108/16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16/16</b>	<b>60</b>	<b>Зачет</b>	<b>50</b>

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Лекция 1. <i>Тема лекции</i> Введение. 1. Цель и задача дисциплины 2. Основные понятия и определения технической термодинамики. 3. Термодинамическая система, параметры состояния, уравнение состояния 4. Уравнение состояния идеальных газов.	2	[1-8]

<p>Лекция 2. <i>Тема лекции</i> Термодинамические процессы.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятия термодинамического процесса. Примеры. Графики.</li> <li>2. Смеси газов, теплоемкость газов и газовых смесей.</li> <li>3. Теплоемкость газов. График зависимости теплоемкости от температуры.</li> <li>4. Показатель адиабаты. Зависимости.</li> <li>5. Теплоемкость газовых смесей.</li> </ol>	2	[1-8]
<p>Лекция 3. <i>Тема лекции</i>. Первый закон термодинамики.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внутренняя энергия.</li> <li>2. График зависимости внутренней энергии от начального и конечного состояния процесса.</li> <li>3. Схема определения работы в цилиндре с поршнем.</li> <li>4. Теплота. Количество теплоты.</li> <li>5. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.</li> <li>6. Энтальпия. Уравнение первого закона термодинамики через изменение энтальпии.</li> <li>7. Уравнение первого закона термодинамики для потока газа</li> </ol>	2	[1-8]
<p>Лекция 4. <i>Тема лекции</i>. Второй закон термодинамики.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Содержание и формулировки второго закона термодинамики.</li> <li>2. Круговые процессы, или циклы. Цикл Карно. График зависимости цикла Карно.</li> <li>3. Энтропия. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.</li> <li>4. Физический смысл энтропии. Тепловая диаграмма <math>T - S</math>.</li> </ol>	2	[1-8]
<p>Лекция 5. <i>Тема лекции</i>. Термодинамические процессы идеального газа.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод исследования процессов идеального газа.</li> <li>2. Изохорный, изобарный, изотермический процессы. График зависимости</li> <li>3. Адиабатный процесс. Уравнения адиабатного процесса.</li> <li>4. График адиабаты в осях <math>T-S</math>. Уравнения адиабатного процесса.</li> </ol>	2	[1-8]
<p>Лекция 6. <i>Тема лекции</i>. Политропный процесс.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Политропный процесс.</li> <li>2. Уравнение политропного процесса.</li> <li>3. График зависимости политропного процесса (политропа).</li> </ol>	2	[1-8]
<p>Лекция 7. <i>Тема лекции</i>. Термодинамика потока.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Первый закон термодинамики для потока.</li> <li>2. Критическое давление и скорость. Сопло Лаваля.</li> <li>3. Дросселирование газа.</li> <li>4. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух</li> <li>5. Уравнения состояния реального газа.</li> </ol>	2	[1-8]
<p>Лекция 8. <i>Тема лекции</i>. Понятия о водяном паре.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятия о водяном паре. Превращения воды.</li> <li>2. Характеристики влажного воздуха</li> <li>3. Конденсация водяного пара</li> </ol>	2	[1-8]
<p>Лекция 9. <i>Тема лекции</i>. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газотурбинной установки.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Циклы двигателей внутреннего сгорания.</li> <li>2. Циклы газотурбинных установок</li> </ol>	2	[1-8]
<p>Лекция 10. <i>Тема лекции</i>. Циклы паротурбинных установок.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Циклы паротурбинных установок</li> <li>2. Анализ возможности практической реализации цикла.</li> <li>3. Карно в области влажного насыщенного водяного пара.</li> <li>4. Цикл ПТУ на перегретом паре и сжатии рабочего тела в области жидкости</li> <li>5. Циклы паротурбинных установок.</li> <li>6. Обратимый цикл простой ПТУ в <math>h - s</math> – диаграмме.</li> </ol>	2	[1-8]
<p>Лекция 11. <i>Тема лекции</i>. Циклы Карно и Ренкина насыщенного пара.</p>	2	[1-8]

1. Циклы Карно 2. Цикл Ренкина насыщенного пара. 3. Циклы Карно и Ренкина насыщенного водяного пара в T- S диаграмме. 4. Цикл Ренкина на перегретом паре 5. Термический КПД цикла ПТУ.		
Лекция 12. <i>Тема лекции.</i> Расчет обратимого цикла ПТУ. 1. Определение теплоты, подведенной в цикле ПТУ 2. Техническая работа, затраченная на сжатие воды в насосе 3. Удельный расход пара и теплоты ПТУ. 4. Тепловой баланс цикла ПТУ	2	[1-8]
Лекция 13. <i>Тема лекции.</i> Выбор давления вторичного перегрева пара ПТУ. 1. Выбор давления вторичного перегрева пара. 2. График зависимости термического КПД цикла ПТУ от давления вторичного перегрева. 3. Методика расчета обратимого цикла ПТУ с вторичным перегревом пара 4. Методика расчета необратимого цикла ПТУ с вторичным перегревом пара	2	[1-8]
Лекция 14. <i>Тема лекции.</i> Термодинамические особенности цикла АЭС на насыщенном водяном паре. 1. Термодинамические особенности двухконтурного цикла АЭС. 2. Термодинамические особенности трехконтурного цикла АЭС на перегретом водяном паре. 3. Термодинамические особенности цикла АЭС с газовым теплоносителем. 4. Эксергетический анализ тепловой экономичности цикла ПТУ. График.	2	[1-8]
Лекция 15. <i>Тема лекции.</i> Основы теории теплообмена. 1. Основные понятия и определения теории теплообмена. 2. Теплопроводность. Уравнение теплопроводности. 3. Стационарная теплопроводность через плоскую стенку. 4. Стационарная теплопроводность через шаровую стенку. 5. Конвективный теплообмен. 6. Критериальные уравнения конвективного теплообмена.2	2	[1-8]
Лекция 16. <i>Тема лекции.</i> Компрессорные установки. 1. Работа трехступенчатого поршневого компрессора. 2. Объемный компрессор. 3. Одноступенчатый поршневой компрессор. 4. Многоступенчатый поршневой компрессор. 5. Лопаточный компрессор. Центробежный многоступенчатый компрессор 6. Работа трехступенчатого поршневого компрессора. Основы расчета.	2	[1-8]

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Определение эффективной мощности паротурбинной установки	4	МУ
Теплообменные аппараты.	4	МУ
Параметры процесса сжатия воздуха.	4	МУ
Конвективный теплообмен.	4	МУ

## Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Смеси газов, теплоемкость газов и газовых смесей.	8	[1-8]
Параметр состояния рабочего тела.	8	[1-8]
Уравнение первого закона термодинамики для потока газа.	8	[1-8]
Второй закон термодинамики.	7	[1-8]
Круговые процессы или циклы, термический КПД.	8	[1-8]
Уравнения состояния реального газа.	8	[1-8]
Тепловой баланс цикла ПТУ.	6	[1-8]
Расчет необратимого цикла ПТУ.	7	[1-8]

### 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 специальности «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», в том числе и классы обеспечены доступом к сети Интернет для самостоятельной подготовки студентов. На кафедре имеется 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 входного контроля, вопросы и задания для самостоятельной работы, вопросы к зачету.

### 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	Основные понятия и законы термодинамики	ОПК-1; ПК-2; УКЕ-1	вопросы текущего контроля (устно)
3	Термодинамические процессы современных циклов	ОПК-1; ПК-2; УКЕ-1	вопросы текущего контроля (устно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет	ОПК-1; ПК-2; УКЕ-1	Вопросы к зачету (устно)

### Оценочные средства для входного контроля, текущего контроля и промежуточной аттестации

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.

#### Вопросы входного контроля

1. Для получения тепловой энергии, какой вид топлива лучше использовать?

2. Какой вид топлива менее затратный на транспортировку?
3. При расчете количества отопительных радиаторов в помещении, какая величина является определяющей?
4. Потери напора при движении жидкости из чего складывается ?
5. При прохождении газа по трубопроводу, давление на стенки трубопровода чему будет равно ?
6. Уравнение неразрывности потока жидкости применимо ли для газового потока?
8. Зависит ли мощность насоса от оборотов вращения вала насоса?
9. Для увеличения давления в любой точке в трубопровода необходимо ?
10. При строительстве водонапорной башни, какой показатель обязательно учитывается?

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

### **Вопросы текущего контроля**

1. Внутренняя энергия.
2. График зависимости внутренней энергии от начального и конечного состояния процесса.
3. Схема определения работы в цилиндре с поршнем.
4. Теплота. Количество теплоты.
5. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
6. Энтальпия. Уравнение первого закона термодинамики через изменение энтальпии.
7. Уравнение первого закона термодинамики для потока газа Содержание и формулировки второго закона термодинамики.
8. Круговые процессы, или циклы. Цикл Карно. График зависимости цикла Карно.
9. Энтропия. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
10. Физический смысл энтропии. Тепловая диаграмма T-S. Метод исследования процессов идеального газа.
11. Изохорный, изобарный, изотермический процессы. График зависимости
12. Адиабатный процесс. Уравнения адиабатного процесса.
13. График адиабаты в осях T – S. Уравнения адиабатного процесса.

Для промежуточной аттестации предусмотрены вопросы к зачету.

### **Вопросы к зачету**

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Обратимый процесс. Необратимый процесс
3. Термодинамический цикл.
4. Термодинамическая система, параметры состояния,
5. уравнение состояния
6. Основные параметры термодинамической системы, примеры.
7. Термическое уравнение состояния идеального газа.
8. Равновесные термодинамические процессы.
9. Неравновесные состояния и неравновесные процессы.
10. Смеси газов, теплоемкость газов и газовых смесей.
11. Определение параметров газовой смеси.
12. Теплоемкость газов. Определение. Зависимости.
13. Средняя и истинная теплоемкость газов.
14. Теплоемкость газовых смесей.
15. Внутренняя энергия, работа изменения объема, теплота
16. Внутренняя энергия идеального газа. Параметры.
17. Работа, произведенная рабочим телом против действия внешних сил.
18. Теплота. Понятие теплоты.
19. Аналитическое выражение первого закона термодинамики
20. Энтальпия. Параметр состояния рабочего тела.
21. Уравнение первого закона термодинамики для потока газа.
22. Второй закон термодинамики.



23. Круговые процессы или циклы, термический КПД.
24. Термодинамические циклы прямые и обратные.
25. Термическим КПД цикла.
26. Прямой цикл Карно. Выводы.
27. Энтропия. Физический смысл энтропии.
28. Аналитические выражения второго закона термодинамики для необратимых процессов.
29. Физический смысл энтропии.
30. Метод исследования процессов.
31. Изохорный, изобарный, изотермический процессы.
32. Адиабатный процесс.
33. Политропный процесс.
34. Уравнение политропы.
35. Теплоемкость газа в политропном процессе.
36. Равновесие изохорно-изотермических систем. Свободная энергия.
37. Физический смысл свободной энергии.
38. Критическое давление и скорость. Сопло Лаваля.
39. Дросселирование пара или газа.
40. Уравнение процесса дросселирования.
41. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух
42. Уравнения состояния реального газа.
43. Понятия о водяном паре.
44. Характеристики влажного воздуха.
45. Расчет обратимого цикла ПТУ
46. Тепловой баланс цикла ПТУ
47. Расчет необратимого цикла ПТУ
48. Система КПД цикла ПТУ

По итогам обучения выставляется зачет

#### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
100-65	<i>«зачтено» 31 - 50 баллов</i>	<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>
64-0	<i>«не зачтено» 30 - 0 баллов</i>	<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. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика : учебное пособие / Н. М. Цирельман. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/107965/#1>
2. Остриков, А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и

тепломассообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с. <https://e.lanbook.com/book/109507>

Дополнительная литература:

3. Чухин, И. М. Сборник задач по технической термодинамике : учебное пособие / И. М. Чухин. — 2-е перераб. и доп. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 248 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/154598/#2>
4. Галкин, А. Ф. Термодинамика. Сборник задач : учебное пособие / А. Ф. Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 80 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/92622/#1>
5. Определение эффективной мощности паротурбинной установки. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2017, 20 с.
6. Теплообменные аппараты. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2017, 12с.
7. Параметры процесса сжатия воздуха (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2017, 12 с.
8. Конвективный теплообмен. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2017, 12с.

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

Для проведения лекционных занятий используется аудитория, предназначенная для проведения занятий лекционного типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием (проектором, доской, компьютером) для проведения занятий с помощью презентаций.

Практические занятия проводятся в лаборатории «Теплотехника и термодинамика», предназначенной для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

#### **3. 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 практического 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 занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами.

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

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой практического занятия.

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 специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Рабочую программу составил профессор Земсков В.М..

Рецензент: доцент Ефремова Т.А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Председатель учебно-методической комиссии Ефремова Т.А.