

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 «Котельные установки и парогенераторы»

### **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 формирование у студентов знаний физических основ технологических процессов, протекающих в котельных установках и парогенераторах, а также принципов их конструирования.

Задачей изучения дисциплины является овладение студентами принципами проектирования характерных узлов и элементов котельных установок и парогенераторов, приобретение практических навыков в проведении теплогидравлических и прочностных расчетов рассматриваемого оборудования.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

- 24.083 «Специалист-теплоэнергетик атомной станции»
- 24.009 «Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными электростанциями»
- 20.014 «Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции»
- 20.001 «Работник по оперативному управлению объектами тепловой электростанции».

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для освоения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» необходимы знание, умение и владение материалом по предшествующим дисциплинам: тепломассообмен, техническая термодинамика и гидрогазодинамика.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- А/02.6 Организация работ по направлению деятельности проекта (ПС 24.009)
- А/01.6 Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара (ПС 24.083)
- А/02.6 Анализ технического состояния тепломеханического оборудования, технологических систем и трубопроводов (ПС 24.083)
- В/05.6 Проведение профилактических мероприятий по предотвращению нарушений в работе оборудования ТЭС, аварий и пожаров (ПС 20.001)
- В/05.6 Ликвидация аварий и восстановление нормального режима функционирования тепломеханического оборудования ТЭС (ПС 20.014)
- В/01.6 Разработка инструкций, стандартов и регламентов деятельности 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 электро-	ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирова-	3- ПК-1 Знать: документы и стандарты организации в области проектной деятельности; принципы работы эксплуатируемого оборудования, тру-

	станций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ния энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	бопроводов 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.
Расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации 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-2 Способен разрабатывать проекты узлов, элементов технологического оборудования в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	З- ПК-2 Знать: методические и нормативные правовые акты по эксплуатации оборудования и коммуникаций; нормы и правила безопасности в области использования атомной энергии; типовые методики расчета; стандартные средства проектирования У- ПК-2 Уметь: анализировать данные измерений параметров и результатов проверок, испытаний оборудования; проводить расчеты в соответствии с техническим заданием и анализировать данные измерений параметров. В- ПК-2 Владеть: методологией проектной деятельности и навыками проектирования отдельных деталей и узлов
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 стандартиза-	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

	ции; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике		
Организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования; контроль соблюдения технологической дисциплины	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-6 Способен обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины	З-ПК-6 Знать: основы организации производства, труда и управления; нормы техники безопасности и производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда У-ПК-6 Уметь: применять методы оптимизации планирования рабочего времени, расхода материалов, энергии и топлив с учетом требований безопасности В-ПК-6 Владеть: навыками организации производства работ с соблюдением правил безопасности

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

**знать:** классификацию паровых котлов и сущность происходящих в них процессов, методы выполнения конструкторских и поверочных расчетов котла и его поверхностей, способы поддержания рабочего режима котла (параметров пара, расходов, давления).

**уметь:** анализировать научно-техническую документацию и информацию о котлах, использовать современные информационные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ при расчетах, производить элементарные расчеты по котлу в целом и его поверхностям нагрева.

**владеть:** необходимой терминологией в области энергетических котлов, основными методами расчета конструкций котла и его поверхностей нагрева, принципами выбора необходимой конструкции котла к сжиганию заданного типа топлива, методами подбора мощности и количества горелок для заданного типа котла и его паропроизводительности.

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими спе-

	и профессиональные решения <b>(B18)</b>	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.	<p>циалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России.</p> <p>2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях</p>
	- формирование профессиональной ответственности в области исследования, проектирования, конструирования и эксплуатации теплотехнического и(ли) электротехнического оборудования <b>(B28)</b>	<p>1. Использование для формирования чувства личной ответственности в области исследования, проектирования, конструирования и эксплуатации теплотехнического и(ли) электротехнического оборудования воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин: Проектирование и оптимизация установок по снабжению энергоносителями/ Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий/Проектирование систем электроснабжения городов;</p> <p>Алгоритмизация и моделирование в теплоэнергетике и теплотехнологии/ Математические модели физических процессов в электротехнике и электроэнергетике;</p> <p>Обследование и испытание теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий/ Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Электрические станции и подстанции;</p> <p>Электроэнергетические системы и сети;</p> <p>Электроснабжение; Основы проектирования электрооборудования; Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах.</p>	<p>Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности</p> <p>Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills.</p> <p>Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях;</p> <p>Участие в деятельности студенческого научного общества</p>

		2. Развитие навыков творческого мышления путем содействия и поддержки участия студентов в научно-практических мероприятиях внутривузовского регионального и/или всероссийского уровня по электро- и(или) теплоэнергетике.	
--	--	---	--

## Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам на всех формах обучения в 5-ом и 6-ом семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 ак. часа.

### Календарный план

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
<b>5 семестр</b>									
1	1-4	Основы теории работы паровых котлов	53/2	2		2/2	49	КЛ1	25
2	5-8	Теоретические основы сжигания различных видов топлива	55/2	4		2/2	49	КЛ2	25
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108/4</b>	<b>6</b>		<b>4/4</b>	<b>98</b>	<b>Э</b>	<b>50</b>
<b>6 семестр</b>									
3	9-10	Газодинамика и гидродинамика паровых котлов	74/1	2		2/1	70	КЛ3	20
4	11-12	Особенности устройства и работы паровых котлов	106/1	2	2	4/1	98	Т1	30
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>180/2</b>	<b>4</b>	<b>2/2</b>	<b>6</b>	<b>168</b>	<b>З/О</b>	<b>168</b>

\* - сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
Э	Экзамен

\* - сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
Т	Тестовое задание
З/О	Зачет с оценкой

## Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции.	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>5 семестр</b>		
Лекция 1. <i>Основные определения, классификация и типы паровых котлов.</i> 1. Паровой котел в технологической схеме производства пара. 2. Основные и термины. Классификация паровых котлов. Основные параметры и обозначения паровых котлов.	0,5	1-8
Лекция 2. <i>Энергетические органические топлива.</i> 1. Виды органических топлив. Элементарный состав топлив. 2. Характеристики топлив. 3. Выход летучих веществ и кокса. 4. Твёрдость топлив и коэффициент размолоспособности.	0,5	1-8
Лекция 3. <i>Продукты сгорания топлив.</i> 1. Теоретический расход воздуха на горение. 2. Теоретические объёмы продуктов сгорания. 3. Действительный объём продуктов сгорания.	0,5	1-8
Лекция 4. <i>Тепловой баланс и КПД парового котла.</i> 1. Тепловой баланс парового котла. 2. Тепловые потери парового котла.	0,5	1-8
Лекция 5. <i>Методы сжигания органических топлив.</i> 1. Слоевое сжигание. Беспровальные цепные решетки. 2. Шахтные топки. Камерное сжигание.	1	1-8
Лекция 6. <i>Подготовка топлива к сжиганию. Подготовка топлива к сжиганию.</i> 1. Тракт углеподачи и пылеприготовления. 2. Угольная пыль и её свойства. 3. Коэффициент полидисперсности пыли. Затраты на измельчение угля. Оптимальная тонкость помола. 4. Взрывоопасность пыли. 5. Углеразмольные мельницы.	1	1-8
Лекция 7. <i>Камерные топки.</i> 1. Сжигание газообразных топлив (светимость газового факела, стабилизация фронта воспламенения, смесеобразование, химический недожог топлива, избытки воздуха, газовые горелки, камерные топки для сжигания газа). 2. Сжигание жидких топлив (распыливание мазута, форсунки, горелочно-топочные устройства, загрязнение поверхностей нагрева при сжигании сернистых мазутов).	1	1-8
Лекция 8. <i>Теплообмен, методы расчёта.</i> 1. Теплообмен в топочной камере (методы расчёта теплообмена в топочной камере, геометрические и оптические характеристики топочных камер, основные аналитические зависимости теплообмена излучением в топочной камере, расчёт излучения на основе теории подобия, позонные методы теплового расчёта).	1	1-8
<b>6 семестр</b>		
Лекция 9. <i>Газодинамика воздушного и газового тракта котла.</i> 1. Газодинамические элементы парового котла. Основные расчётные формулы. Основные положения. 2. Сопротивление трения. Сопротивление поперечно омываемых	1	1-8

труб. Местные сопротивления.		
Лекция 10. <i>Гидродинамика паровых котлов.</i> 1. Движение нагреваемой среды в трубах. 2. Паросодержание. Гидродинамика пароводяной смеси в агрегатах с естественной циркуляцией. 3. Надежность работы контуров естественной циркуляции. Принудительное движение рабочей среды в системах с параллельно включенными трубами. 4. Гидравлические схемы пароперегревателей	1	1-8
Лекция 11. <i>Методы получения чистого пара и поддержания чистоты поверхностей нагрева.</i> 1. Водный режим, характеристика природных вод. Поведение примесей в рабочей среде. 2. Требования к качеству питательной воды и пара. Баланс примесей и продувка. Водный режим барабанных котлов. Водный режим прямоточных котлов	1	1-8
Лекция 12. <i>Надёжность и экономичность работы поверхностей нагрева.</i> 1. Загрязнение поверхностей нагрева. Наружные загрязнения. Внутренние загрязнения. Коррозия. Коррозия поверхностей нагрева со стороны рабочей среды. Коррозия поверхностей нагрева со стороны дымовых газов. Эрозия. 2. Очистка поверхностей нагрева от наружных загрязнений.	1	1-8
ИТОГО	10	

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>5 семестр</b>		
Расчет расхода топлива	2	1-8
Выполняются расчеты: теоретический расход воздуха на котел, теоретические объемы продуктов сгорания, действительные объемы продуктов сгорания, энтальпия продуктов сгорания.	2	1-8
<b>6 семестр</b>		
Выполняются расчеты: тепловой баланс парового котла, тепловые потери парового котла, КПД парового котла, расход топлива.	2	1-8
Определение конструктивных характеристик топочной камеры.	2	1-8
Определение тепловых характеристик топочной камеры: количества теплоты, вносимой в топку с воздухом; полезного тепловыделения в топке; адиабатической температуры продуктов сгорания; коэффициентов эффективности экранов и топки.	2	1-8
ИТОГО	10	

### Перечень лабораторных работ

Тема лабораторного занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>6 семестр</b>		
Изучение конструктивных характеристик аппаратов с кипящим слоем	4	МУ



Изучение конструктивных характеристик сушильных установок		
<b>ИТОГО</b>	2	

### **Задания для самостоятельной работы студентов**

<b>Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>5 семестр</b>		
Типы и конструктивные схемы паровых котлов	10	1-8
Особенности и классификация энергетических топлив.	10	1-8
Энтальпия продуктов сгорания и воздуха.	10	1-8
Коэффициент полезного действия и расход топлива.	10	1-8
Низкотемпературное сжигание. Сжигание в кипящем слое.	10	1-8
Сепараторы пыли. Пылепитатели. Системы пылеприготовления. Подготовка газа и мазута к сжиганию.	10	1-8
Сжигание твердых топлив в пылевидном состоянии (пылеугольные горелки, компоновка горелочных устройств, аэродинамика топок, камерные топки для сжигания пыли). Шлакозолоудаление.	18	1-8
Теплообмен в полурadiaционных и конвективных поверхностях нагрева (система уравнений энергии по газам и рабочему телу при теплообмене, геометрические характеристики поверхностей нагрева, коэффициент теплопередачи)	20	1-8
<b>Итого</b>	<b>98</b>	
<b>6 семестр</b>		
Определение общих исходных данных. Выбор дымососов и вентиляторов.	30	1-8
Влияние тепловых разверок на работу пароперегревателей. Температурный режим поверхностей нагрева.	30	1-8
Методы получения чистого пара. Ступенчатое испарение. Сепарация пара. Центробежная сепарация. Жалюзийные сепараторы. Промывка пара.	30	1-8
Импульсная обдувка. Дробеочистка. Очистка поверхностей нагрева от внутренних образований.	30	1-8
Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов. Пароводяная арматура.	24	1-8
Обслуживание парового котла во время работы. Методы эксплуатационного контроля избытков воздуха. Останов парового котла.	24	1-8
<b>ИТОГО</b>	<b>168</b>	

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

**Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

#### **Курсовой проект**

Выполняется студентами в 6-ом семестре тему «Тепловой расчет парового котла», который включает в себя пояснительную записку, в которой приводится описание рассматриваемого парового котла, тепловые и проверочные расчеты согласно методическим указаниям и чертеж формата А1 на котором изображается рассмотренный паровой котел с указанием основных составных частей и оборудования, требований по сборке и эксплуатации данного котла, приводится спецификация [8].

## Контрольная работа

Контрольная работа в 5 семестре состоит из двух теоретических вопросов и четырех задач и предусматривает расчет типовых установок. Каждый студент выполняет индивидуальное задание согласно выданному на установочной лекции варианту и в строгом соответствии с методическими указаниями [6].

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

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

### 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>5 семестр</b>			
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Основы теории работы паровых котлов	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-	Коллоквиум (письменно)

		5,У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6.	
3	Теоретические основы сжигания различных видов топлива	3-ПК-1,У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5,У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6.	Коллоквиум (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Экзамен	3-ПК-1,У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5,У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6.	Вопросы к экзамену (письменно)

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

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>6 семестр</b>			
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Газодинамика и гидродинамика паровых котлов	3-ПК-1,У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5,У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6.	Коллоквиум (письменно)
3	Особенности устройства и работы паровых котлов	3-ПК-1,У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5,У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6.	Тест (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет с оценкой	3-ПК-1,У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5,У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6.	Вопросы к зачету (письменно и 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 письменной форме.

#### *Перечень вопросов входного контроля*

1. Что называется котлом?
2. Какие бывают котлы?
3. Арматура котельного агрегата?
4. Что такое топка котла?
5. Виды топлив и их характеристики?
6. Где применяются паровые котлы?
7. Что такое конденсатор на паровом котле и какую функцию он выполняет?
8. Что такое пароперегреватель на паровом котле и какую функцию он выполняет?

9. Что такое котел утилизатор?
10. От чего зависит выбор топлива?

Аттестация раздела по дисциплине проводится в форме коллоквиума. Коллоквиум проводится вопросам составленным по пройденному материалу на лекционных занятиях. Каждому студенту выдается по два вопроса, на ответ на которые отводится 60 минут. Коллоквиум – это форма контроля, направленная на проверку уровня освоения рассмотренного на лекционных и практических занятиях теоретического и практического материала.

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

1. Паровой котел в технологической схеме производства пара.
2. Основные термины. Классификация паровых котлов. Основные параметры и обозначения паровых котлов.
3. Виды органических топлив. Элементарный состав топлив.
4. Характеристики топлив.
5. Выход летучих веществ и кокса.
6. Твердость топлив и коэффициент размолоспособности.
7. Теоретический расход воздуха на горение.
8. Теоретические объемы продуктов сгорания.
9. Действительный объем продуктов сгорания.
10. Тепловой баланс парового котла.
11. Тепловые потери парового котла.

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

1. Шахтные топки. Камерное сжигание.
2. Слоевое сжигание. Беспровальные цепные решетки  
Тракт углеподачи и пылеприготовления.
3. Угольная пыль и её свойства.
4. Коэффициент полидисперности пыли. Затраты на измельчение угля. Оптимальная тонкость помола.
5. Взрывоопасность пыли.
6. Углеразмольные мельницы
7. Сжигание газообразных топлив (светимость газового факела, стабилизация фронта воспламенения, смесеобразование, химический недожог топлива, избытки воздуха, газовые горелки, камерные топки для сжигания газа).
8. Сжигание жидких топлив (распыливание мазута, форсунки, горелочно-топочные устройства, загрязнение поверхностей нагрева при сжигании сернистых мазутов).
9. Теплообмен в топочной камере (методы расчёта теплообмена в топочной камере, геометрические и оптические характеристики топочных камер, основные аналитические зависимости теплообмена излучением в топочной камере, расчёт излучения на основе теории подобия, позонные методы теплового расчёта).

#### ***Перечень вопросов для зачета с оценкой***

1. Классификация паровых котлов.
2. Основные параметры и обозначения паровых котлов.
3. Виды органических топлив.
4. Элементарный состав топлив.
5. Характеристики топлив.

- 6.Твёрдость топлив и коэффициент размолоспособности.
- 7.Теоретический расход воздуха на горение.
- 8.Теоретические объёмы продуктов сгорания.
- 9.Действительный объём продуктов сгорания.
- 10.Тепловой баланс парового котла.
- 11.Слоевое сжигание.
- 12.Шахтные топки.
- 13.Угольная пыль и её свойства.
- 14.Взрывоопасность пыли.
- 15.Углеразмольные мельницы.
- 16.Сжигание газообразных топлив
- 17.Сжигание жидких топлив
- 18.Теплообмен в топочной камере

#### ***Перечень вопросов входного контроля (6 семестр)***

- 1.Классификация паровых котлов.
- 2.Основные параметры и обозначения паровых котлов.
- 3.Виды органических топлив.
- 4.Элементарный состав топлив.
- 5.Характеристики топлив.
- 6.Твёрдость топлив и коэффициент размолоспособности.
- 7.Шахтные топки.
- 8.Угольная пыль и её свойства.
- 9.Взрывоопасность пыли.
- 10.Теплообмен в топочной камере

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

- 1.Газодинамические элементов парового котла.
- 2.Движение нагреваемой среды в трубах.
- 3.Принудительное движение рабочей среды в системах с параллельно включенными трубами.
- 4.Надежность работы контуров естественной циркуляции.
- 5.Гидравлические схемы пароперегревателей
- 6.Водный режим, характеристика природных вод.
- 7.Водный режим барабанных котлов.
- 8.Требования к качеству питательной воды и пара.
- 9.Водный режим прямоточных котлов

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

- 1.Газодинамические элементов парового котла.
- 2.Движение нагреваемой среды в трубах.
- 3.Принудительное движение рабочей среды в системах с параллельно включенными трубами.
- 4.Надежность работы контуров естественной циркуляции.
- 5.Гидравлические схемы пароперегревателей
- 6.Водный режим, характеристика природных вод.
- 7.Водный режим барабанных котлов.
- 8.Требования к качеству питательной воды и пара.
- 9.Водный режим прямоточных котлов
- 10.Баланс примесей и продувка.

11. Загрязнение поверхностей нагрева.
12. Очистка поверхностей нагрева от наружных загрязнений.
13. Металлы и прочность элементов паровых котлов.
14. Каркас и обмуровка парового котла.
15. Трубопроводы и арматура.
16. Режимы работы котлов.
17. Пуск парового котла в работу.
18. Пуск барабанных котлов энергоблоков.
19. Пуск прямоточных котлов энергоблоков.

**Перечень вопросов для тестового задания (6 семестр)**

**1. Какая установка служит для выработки пара заданных параметров?**

- а) компрессор
- б) котельная установка
- в) водяной экономайзер
- г) воздухоподогреватель

**2. Как называется устройство, в котором для получения пара или для нагревания воды с давлением выше атмосферного используется теплота, выделяющаяся при сгорании топлива в его топке**

- а) питательная установка
- б) котел
- в) деаэратор
- г) воздухоподогреватель

**3. Устройство, предназначенное для перегрева насыщенного пара?**

- а) пароперегреватель
- б) котел
- в) деаэратор
- г) экономайзер

**4. Устройство для превращения химической энергии топлива в тепло а) питательная установка**

- б) топочное устройство
- в) мельница
- г) система трубопроводов

**5. Устройство для удаления золы и шлака**

- а) топочное устройство
- б) мельница
- в) гидронасос с системой трубопроводов
- г) дымовая труба

**6. Питательная установка состоит из**

- а) питательных насосов и трубопроводов
- б) котлоагрегата
- в) деаэратора
- г) водяного экономайзера

**7. Что относится к твердому топливу?**

- а) п. б), п. в).
- б) дрова, опилки, солома
- в) бурый уголь, каменный уголь
- г) природный газ

**8. Что относится к вспомогательному оборудованию котельных установок**

- а) п. б) и в).
- б) пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель в) топочное устройство, обмуровка, газоходы, каркас
- г) дымососы, насосы, вентиляторы, деаэраторы, питательные баки сепараторы, оборудование систем водоподготовки, сбора и возврата конденсата

**9. Что относится к основному оборудованию котельных установок**

- а) котлы.
- б) питательные насосы
- в) устройство удаления золы и шлака
- г) п. б и в

**10. Устройство для подготовки воздуха, поступающего в топочное устройство а) экономайзер**

- б) компрессор
- в) воздухоподогреватель
- г) котел

**11. Котельная установка состоит из**

- а) парового котла
- б) основного и вспомогательного оборудования
- в) оборудования топливоподдачи
- г) вспомогательного оборудования

**12. Водяной экономайзер предназначен**

- а) для подогрева воздуха
- б) для перегрева пара
- в) для подогрева питательной воды, поступающей в котел г) для подогрева пара

**13. Устройство служащее для удаления охлажденных продуктов сгорания за пределы котельного агрегата?**

- а) дымосос
- б) вентилятор
- в) насос
- г) дымовая труба

**14. Элементы какого устройства названы: экранные трубы; верхний барабан; манометр; предохранительные клапаны; трубы подвода питательной воды; сепаратор пара; камера догорания; конвективные трубы; нижний барабан.**

- а) водогрейный котел
- б) деаэратор
- в) экономайзер
- г) паровой котел

**15. Какая расчётная температура воды на выходе из водогрейного котла**

- а) 125 °С
- б) 150 °С
- в) 200 °С
- г) 250 °С

**16. Как называется насыщенный пар, не имеющий капелек воды?**

- а) насыщенный пар

- б) сухой пар
- в) сухой насыщенный пар
- г) ненасыщенный пар

**17. Устройство, находящееся под давлением выше атмосферного, служащее для нагревания воды водяным паром, горячей водой или другим теплоносителем.**

- а) пароперегреватель
- б) воздухоподогреватель
- в) водоподогреватель
- г) экономайзер

**18. Как происходит движение воды по испарительному контуру в котлах с принудительной циркуляцией?**

- а) движение осуществляется специальными насосами
- б) движение осуществляется за счет разности плотностей рабочего тела
- в) движение осуществляется посредством естественной циркуляции
- г) п. б) и в)

**19. Поверхность нагрева, получающая тепло, излучением пламени?**

- а) конвективная
- б) соприкосновения
- в) радиационная
- г) конвективно-радиационная

**20. Как называются котлы, в которых непрерывное движение пароводяного потока по испарительному контуру происходит вследствие разности плотностей воды и пароводяной эмульсии.**

- а) котлы с естественной циркуляцией
- б) котлы с принудительной циркуляцией
- в) прямоточные котлы
- г) противоточные котлы

**Критерии оценки тестовых заданий:**

1. Полнота знаний теоретического контролируемого материала.
2. Количество правильных ответов.

Максимальное количество баллов за тестовое задание – 5 баллов (18-20 правильных ответов).

**Шкалы оценки образовательных достижений**

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

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
1	2	3	4	5
ПР1-5	Практическая работа №1-5	выставляется студенту, если он самостоятельно и без ошибок выполнил практическую работу, свободно владеет ее материалом и отвечает на поставленные вопросы, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах правильно обосновывает принятые решения.	6-5	6-2



		выставляется студенту, если он в большей части самостоятельно и без принципиальных ошибок выполнил практическую работу, владеет ее материалом и отвечает на большинство поставленных вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах не всегда может правильно обосновать принятые решения.	4-3	
		выставляется студенту, если он выполнил практическую работу с помощью преподавателя, допускал принципиальные ошибки, не в полной мере владеет материалом практической работы, часто не может обосновать принятые решения и не отвечает на значительную часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса.	2	
		выставляется студенту, который не знает значительной части материала практической работы, часто допускал принципиальные ошибки, не отвечает на большую часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса, не может обосновать принятые решения.	н/з	

<b>Код</b>	<b>Вид оценочного средства</b>	<b>Критерии</b>	<b>Балл</b>	<b>Максимальный балл – минимальный балл</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
ПР6-10	Практическая работа №6-16	выставляется студенту, если он самостоятельно и без ошибок выполнил практическую работу, свободно владеет ее материалом и отвечает на поставленные вопросы, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах правильно обосновывает принятые решения.	4	4-2

		выставляется студенту, если он в большей части самостоятельно и без принципиальных ошибок выполнил практическую работу, владеет ее материалом и отвечает на большинство поставленных вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах не всегда может правильно обосновать принятые решения.	3	
		выставляется студенту, если он выполнил практическую работу с помощью преподавателя, допускал принципиальные ошибки, не в полной мере владеет материалом практической работы, часто не может обосновать принятые решения и не отвечает на значительную часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса.	2	
		выставляется студенту, который не знает значительной части материала практической работы, часто допускал принципиальные ошибки, не отвечает на большую часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса, не может обосновать принятые решения.	н/з	

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

<b>Код</b>	<b>Вид оценочного средства</b>	<b>Критерии</b>	<b>Балл</b>	<b>Максимальный балл – минимальный балл</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
ЛР1-6	Лабораторная работа №1-6	выставляется студенту, если он самостоятельно и без ошибок выполнил лабораторную работу, свободно владеет ее материалом и отвечает на поставленные вопросы, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах правильно обосновывает принятые решения.	4	4-2

		выставляется студенту, если он в большей части самостоятельно и без принципиальных ошибок выполнил лабораторную работу, владеет ее материалом и отвечает на большинство поставленных вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах не всегда может правильно обосновать принятые решения.	3	
		выставляется студенту, если он выполнил лабораторную работу с помощью преподавателя, допускал принципиальные ошибки, не в полной мере владеет материалом практической работы, часто не может обосновать принятые решения и не отвечает на значительную часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса.	2	
		выставляется студенту, который не знает значительной части материала лабораторной работы, часто допускал принципиальные ошибки, не отвечает на большую часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса, не может обосновать принятые решения.	н/з	

Оценка знаний на коллоквиумах (№1-2) и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
1	2	3	4	5
Кл.1 -2	Коллоквиум №1-2	выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно отвечает на вопрос и умеет увязывать теорию с практикой	10-9	10 –5
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	8-6	

		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	5	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки	н/з	

Оценка знаний на коллоквиумах (№3) и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей

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

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

#### 5 семестр

Код оценочного средства	Вид контроля	Минимальный балл	Максимальный балл
ПР1-5	Практическая работа №1-2	4	10
КЛ1	Коллоквиум №1	5	20

КЛ2	Коллоквиум №2	5	20
<b>КИ</b>	<b>Контроль по Итогам</b>	<b>12</b>	<b>50</b>

### 6 семестр

Код оценочного средства	Вид контроля	Минимальный балл	Максимальный балл
ПР6	Практическая работа №3-5	3	6
ЛР	Лабораторная работа №1	2	4
КЛ3	Коллоквиум №3	5	20
Т1	Тест №1	5	20
<b>КИ</b>	<b>Контроль по Итогам</b>	<b>15</b>	<b>50</b>

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

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

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

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

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

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов	Требования к знаниям на экзамене
«отлично»	40 ÷ 50	выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные
«хорошо»	30 ÷ 39	выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого знания материала
«удовлетворительно»	20 ÷ 29	выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал только знание основного материала, допускал суще-

		ственные неточности в ответах, недостаточно технически грамотно формулировал ответы
«неудовлетворительно»	менее 19	выставляется студенту, если допускал неправильные ответы на поставленные вопросы или не смог ответить на часть вопросов, не смог подтвердить знание значительной части материала.

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

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

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 102 с. <https://e.lanbook.com/book/118136>
2. "Учебное пособие по дисциплине ""Котельные установки и парогенераторы"" для бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 - ""Теплоэнергетика и теплотехника"" очной и заочной форм обучения : учебное пособие / составители Ю. А. Иванов [и др.]. — Нальчик : Кабардино-Балкарский ГАУ, 2018. — 124 с. <https://e.lanbook.com/book/137667>"
3. Учебное пособие по освоению дисциплины "Котельные установки и парогенераторы" для бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 - «Теплоэнергетика и теплотехника» очной и заочной форм обучения, специалистов по повышению квалификации «Энергообеспечение предприятий» и работников теплоэнергетики : учебное пособие / составители Ю. А. Иванов [и др.]. — Нальчик : Кабардино-Балкарский ГАУ, 2019. — 554 с. <https://e.lanbook.com/book/137668>

### Дополнительная литература:

4. Беляев, С. А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС : учебное пособие / С. А. Беляев, А. В. Воробьев, В. В. Литвак. — Томск : ТПУ, 2015. — 248 с. <https://e.lanbook.com/book/82857>
5. Руцкий, В. М. Общая энергетика : учебное пособие / В. М. Руцкий, А. А. Комолов. — Самара : СамГУПС, 2014. — 94 с. <https://e.lanbook.com/book/130349>

### Учебно-методические пособия

6. Котельные установки и парогенераторы [Текст] : метод. указ. к вып. контр. раб. по дисц. "Котельные установки и парогенераторы" для студ. напр. "Теплоэнергетика и теплотехника" заоч. форм обуч. / сост. Денисенко И. П. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. - 24 с.
7. Котельные установки и парогенераторы [Текст] : метод. указ. к вып. практ. раб. 1 - 4 по дисц. "Котельные установки и парогенераторы" для студ. напр. "Теплоэнергетика и теплотехника" оч. и заоч. форм обуч. / сост. Денисенко И. П. - Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. - 28 с.
8. Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие / Н.А. Устинов, И.П. Денисенко - Балаково.: Издательство БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020. – 81 с., ил.

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

Лекции проводятся в мультимедийной аудитории № 311

Оборудование:

Автоматизированное рабочее место преподавателя:

Компьютер Orion Asus – 1;

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

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

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

Проектор мультимедийный ASER 1 – 1.

Практические и лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории. Лаборатория «Гидравлика» (ауд.113).

Оборудование:

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов;

Комплект документации, методическое обеспечение;

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

Исследование истечения жидкости из отверстий и насадок.

Определение коэффициента местных гидравлических сопротивлений.

Определение коэффициента гидравлического трения прямой трубы.

Изучение режимов движения жидкости.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

### 3. Указания для выполнения лабораторных работ

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

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

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

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

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

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

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

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

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

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций

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

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

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

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель



должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

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

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

## 2. Указания для проведения практических занятий

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

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

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

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

В конце практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания для проведения лабораторных занятий.

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

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

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

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

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

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

## 4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

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

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

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

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

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

Рабочую программу составил доцент Краснолудский Н.В.

Рецензент: доцент Устинов Н.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.