

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 «Проектирование и оптимизация установок по снабжению энергоносителями»

### **Направления подготовки**

«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Промышленная теплоэнергетика»

### **Квалификация выпускника**

Бакалавр

### **Форма обучения**

Очная

## Цель освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение знаний, необходимых для плодотворной творческой деятельности бакалавра. Дисциплина «Проектирование и оптимизация установок по снабжению энергоносителями» формируют технологическое мировоззрение бакалавров для их производственно-технологической и проектно-конструкторской профессиональной деятельности.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

- 24.083 Специалист-теплоэнергетик атомной станции;
- 24.009 Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными электростанциями.

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение курса «Проектирование и оптимизация установок по снабжению энергоносителями» связано с необходимостью знаний основ математики, физики, общей неорганической химии, физической химии, общей химической технологии, широкое использование, которых не только даёт возможность наиболее точно выразить теоретические закономерности, но и является необходимым инструментом их установления.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- А/01.6 Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара (ПС 24.083);
- А/02.6 Анализ технического состояния тепломеханического оборудования, технологических систем и трубопроводов (ПС 24.083);
- А/02.6 Организация работ по направлению деятельности проекта (ПС 24.009);
- А/04.6 Управление затратами на проект (ПС 24.009);
- А/03.6 Составление проектно-сметной документации (ПС 24.009);
- А/01.6 Составление технического задания (ПС 24.009).

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект и область знаний	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций; а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	З- ПК-1 Знать: документы и стандарты организации в области проектной деятельности; принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубопроводов и технологических систем турбинного отделения У- ПК-1 Уметь: работать с информационным пространством на сервере (веб-сервере) организации для хранения, обмена и совместного использования информации по проекту В- ПК-1 Владеть: методиками составления документации с описанием объема работ по

			направлению проекта; методами контроля ключевых показателей эффективности и качества по направлению проекта.
Расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием 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 навыками проектирования отдельных деталей и узлов
Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений	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-3 Способен участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам	З-ПК-3 Знать: финансово-экономическое моделирование; стандартные методики предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок У-ПК-3 Уметь: собирать исходную информацию для технико-экономических расчетов; планировать ресурсы на проект; определять нагрузку на ресурсы для достижения целей проекта В-ПК-3 Владеть: навыками технико-экономического анализа
Разработка проектной и рабочей технической документации оформление	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций; а также другое	ПК-4 Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию в соответствии с требованиями	З-ПК-4 Знать: правила выполнения и оформления проектной и технической документации в соответствии с требова-

законченных проектно-конструкторских работ в соответствии стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	нормативных документов	ниями нормативно-технических документов; требования стандартов по оформлению документации У-ПК-4 Уметь: составлять проектную и рабочую документацию; оценивать влияние изменений по проекту на технические параметры В-ПК-4 Владеть: современными информационными технологиями для разработки проектной и технической документации
Проведение теплотехнических расчетов оборудования согласно типовым методикам	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций; а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-5 Способен проводить теплотехнические, гидравлические, прочностные расчеты по типовым методикам	З-ПК-5 Знать: требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и методических документов для проведения типовых расчетов У-ПК-5 Уметь: выполнять расчеты по типовым методикам В-ПК-5 Владеть: информационно-коммуникационными технологиями, в том числе специализированным программным обеспечением для проведения расчетов

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России.

		том числе с использованием новых информационных технологий.	2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b>	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для формирования: - понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований; - способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами семинаров, открытых лекций, круглых столов; - творческого и критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований.	1. Организация и проведение конференций с целью поиска нестандартных решений в жизни научно-технического общества. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях. 3. Формирование критического мышления, посредством обсуждения со студентами современных научных исследований и иных открытий при проведении круглых столов, семинаров, открытых лекций и др.
<b>Профессиональное воспитание</b>	– формирование профессиональной ответственности в области исследования, проектирования, конструирования и эксплуатации теплотехнического и(лil) электротехнического оборудования <b>(B28)</b> ; – формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию в сфере интеграции новых технологий и модернизации существующих энергоресурсов <b>(B29)</b> .	1. Использование для формирования чувства личной ответственности в области исследования, проектирования, конструирования и эксплуатации теплотехнического и(лil) электротехнического оборудования воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин: Проектирование и оптимизация установок по снабжению энергоносителями/ Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий/Проектирование систем электроснабжения городов; Алгоритмизация и моделирование в теплоэнергетике и теплотехнологии/ Математические модели физических процессов в электротехнике и электроэнергетике; Обследование и испытание	1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности 2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills. 3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изда-

		<p>теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий/ Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Электрические станции и подстанции; Электроэнергетические системы и сети; Электроснабжение; Основы проектирования электрооборудования; Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах.</p> <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.</p>	<p>ниях;</p> <p>4. Участие в деятельности студенческого научного общества</p>
--	--	--	---

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 7-ом и 8-ом семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 ак. часов.

#### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КСР		
7-ой семестр									
1	1	Проблемы систем теплоснабжения (основные понятия теплоэнергетики)	26	8	-	8	10		
	2	Проблемы систем теплоснабжения (проблемы систем теплоснабжения и способы их решения)	28	8	-	8	12	КЛ	25
2	3	Альтернативные источники теплоснабжения (природные источники тепловой энергии)	26	8	-	8	10		
	4	Альтернативные	28	8	-	8	12	КЛ	25

		источники теплоснабжения (вторичные энергоносители)							
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108</b>	<b>32</b>		<b>32</b>	<b>44</b>	<b>3</b>	<b>50</b>
8-ой семестр									
3	5	Проектирование установок по снабжению энергоносителями. (общие основы проектирования)	44/2	8	-	8/4	13/13/2	КЛ	
	6	Проектирование установок по снабжению энергоносителями. (снабжение твердыми, жидкими и газообразными энергоносителями)	46/4	8	-	8/4	14/14/2		30
4	7	Оптимизация установок по снабжению энергоносителями (паросиловые циклы)	44	8	-	8/4	13/13/2		
	8	Оптимизация установок по снабжению энергоносителями (циклы холодильных установок)	46	8	-	8/4	14/14/2	КЛ	20
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>180/16</b>	<b>32</b>		<b>32/16</b>	<b>54/56/6</b>	<b>Э</b>	<b>50</b>

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен  
Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
КЛ	Коллоквиум
Э	Экзамен
З	Зачет

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
7 семестр		
Лекция 1. Основные понятия теплоэнергетики 1. Термины, применяемые в теплоэнергетике и теплотехнике. 2. Задачи современной теплотехники и теплоэнергетики. 3. Потребности в тепловой энергии. 4. Основные элементы систем теплоснабжения и основные источники тепла. 5. Основные проблемы современной теплоэнергетики	8	1-6

<p>Лекция 2. <i>Проблемы систем теплоснабжения и способы их решения</i></p> <p>1. Современное состояние, перспективные методы и способы получения тепловой энергии.</p> <p>2. Проблемы и перспективы развития и оптимизации основного оборудования термоэлектростанций,</p> <p>3. Технологических схем теплоснабжения, способов и методов подготовки и сжигания топлива.</p> <p>4. Рациональное энергопотребление и эффективное использование энергии.</p> <p>5. Разработка передовых технологий и эффективных технических решений в области энергоснабжения.</p> <p>6. Модернизация устаревших источников тепловой энергии</p>	8	1-6
<p>Лекция 3. <i>Природные источники тепловой энергии</i></p> <p>1. Понятия гелиоэнергетики.</p> <p>2. Геотермальной энергетики,.</p> <p>3. Ветряных двигателей и ветродувных установок.</p> <p>4. понятие о биотопливе.</p> <p>5. Атомная энергетика</p>	8	1-6
<p>Лекция 4 <i>Вторичные энергоресурсы</i></p> <p>1 Использование вторичных энергоресурсов (ВЭР).</p> <p>2. Спользование отходов в качестве энергетического топлива.</p>	8	1-6
8 семестр		
<p>Лекция 5 <i>Общие основы проектирования</i></p> <p>1. Сущность проектирования.</p> <p>2. Роль проектирования в научно-техническом прогрессе.</p> <p>3. Области проектирования.</p> <p>4. Правовые основы проектирования</p> <p>5. Цель проектирования установки по снабжению энергоносителями. 6. Разработка проекта установки.</p> <p>7. Этапы проектирования. Проектная документация</p>	8	1-6
<p>Лекция 6 <i>Снабжение твердыми, жидкими и газообразными энергоносителями</i></p> <p>1. Снабжение твердыми энергоносителями</p> <p>2. Снабжение жидкими энергоносителями</p> <p>3. Снабжение газообразными энергоносителями</p>	8	1-6
<p>Лекция 7 <i>Паросиловые циклы</i></p> <p>1. Выбор оптимальной схемы энергосбережения в паросиловом цикле Ренкина</p> <p>2. Выбор оптимальной схемы энергосбережения в теплофикационном цикле</p> <p>3. Выбор оптимальной схемы энергосбережения в парогазовом цикле</p>	8	1-6
<p>Лекция 8 <i>Циклы холодильных установок</i></p> <p>1. Выбор и оптимизация параметров энергоносителей.</p> <p>2. Регулирование и оптимизация отпуска энергоносителей потребителям</p>	8	1-6

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
7 семестр		
<p>Тема 1. <i>Основные понятия теплоэнергетики</i></p> <p>Решение проблем современной теплоэнергетики. Распределение во-</p>	8	1-6



просов для изучения на практическом занятии		
Тема 2. <i>Проблемы систем теплоснабжения и способы их решения</i> Обсуждение подготовленных докладов и сообщений по проблемам систем теплоснабжения и теплоэнергетики. Тестирование по озвученным темам докладов.	8	1-6
Тема 3. <i>Природные источники тепловой энергии</i> Нетрадиционные источники энергии.	8	1-6
Тема 4 <i>Вторичные энергоресурсы</i> Возобновляемые источники энергии.	8	1-6
8 семестр		
Тема 5 <i>Общие основы проектирования</i> Положение Единой системы конструкторской документации. Виды конструкторской документации.	8	1-6
Тема 6 <i>Снабжение твердыми, жидкими и газообразными энергоносителями</i> 1 Особенности проектного планирования. Системные инновации в планировании проекта. Системное проектирование в процессе планирования реализации проекта. Основные этапы и стадии проектирования. Виды проектов и стадии проектирования. Предпроектная разработка. Порядок разработки проектов. Планирование задания на проектирование. Основы проектирования в программе КОМПАС 3D.	8	1-6
Тема 7 <i>Паросиловые циклы</i> Расчет и оптимизация системы энергообеспечения предприятия	8	1-6
Тема 8 <i>Циклы холодильных установок</i> Выбор параметров основного и вспомогательного оборудования.	8	1-6

### Перечень лабораторных работ – не предусмотрены учебным планом

#### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
7 семестр		
Разработка передовых технологий и эффективных технических решений в области энергоснабжения.	10	1-6
Основные и вспомогательные источники тепло- и электроэнергии.	12	1-6
Нетрадиционные источники энергии	10	1-6
Возобновляемые источники энергии	12	1-6
8 семестр		
Экологическое и технико-экономическое обоснование проектов установок по снабжению энергоносителями. Основные этапы и организация проектирования установок.	13	1-6
Методы проектирования. Системы автоматизированного проектирования.	14	1-6
Технологический расчет основной аппаратуры	13	1-6
Технологический расчет вспомогательной аппаратуры	14	1-6
Контроль	62	

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

## Курсовая работа (8-ой семестр)

Тема курсовой работы определяется преподавателем дисциплины, совместно с предполагаемым руководителем выпускной квалификационной работы по теме предполагаемой ВКР, для того, чтобы оценить перспективу выполнения ВКР и для максимально возможного использования полученных результатов в выпускной квалификационной работе.

Примерные темы курсовой работы:

1. Проектирование и оптимизация установки теплоснабжения промышленного предприятия.
2. Проектирование и оптимизация установки теплоснабжения микрорайона.
3. Проектирование и оптимизация установки теплоснабжения города с населением 100000 человек.
4. Проектирование и оптимизация установки воздухообеспечения цеха промышленного предприятия.
5. Проектирование и оптимизация установки воздухообеспечения промышленного предприятия.
6. Проектирование и оптимизация установки воздухообеспечения цеха промышленного предприятия.
7. Проектирование и оптимизация установки воздухообеспечения промышленного предприятия.
8. Проектирование и оптимизация установки холодоснабжения цеха промышленного предприятия.
9. Проектирование и оптимизация установки холодоснабжения промышленного предприятия.
10. Проектирование и оптимизация установки горячего водоснабжения цеха промышленного предприятия.
11. Проектирование и оптимизация установки горячего водоснабжения промышленного предприятия.
12. Проектирование и оптимизация установки пароснабжения цеха промышленного предприятия.
13. Проектирование и оптимизация установки пароснабжения промышленного предприятия.
14. Проектирование и оптимизация установки топливоснабжения газом промышленного предприятия.
15. Проектирование и оптимизация установки топливоснабжения мазутом промышленного предприятия.
16. Проектирование и оптимизация установки топливоснабжения твердым топливом (варианты твердого топлива) промышленного предприятия.
17. Проектирование крышной газовой котельной.
18. Проектирование районной газовой котельной.
19. Проектирование районной мазутной котельной.
20. Проектирование районной угольной котельной.

### Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций в аудиториях с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самосто-

тельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

### Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости (7 семестр)</b>			
2	Основные понятия теплотехники и теплоэнергетики.	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	КЛ
3	Проблемы систем теплоснабжения и способы их решения.	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	КЛ
<b>Промежуточная аттестация (7 семестр)</b>			
	Зачет	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Вопросы к зачету
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости (8 семестр)</b>			
	Общие основы проектирования.	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	КЛ
	Проектирование установок по снабжению	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	КЛ
<b>Промежуточная аттестация (8 семестр)</b>			
	Экзамен	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Вопросы к экзамену

### Вопросы входного контроля.

#### УО

1. Проецирование на две плоскости проекций
2. Проецирование на три плоскости проекций
3. Взаимное положение прямых
4. Классификация плоскостей
5. Назовите основные типы линий, применяемых на чертежах
6. Что называется масштабом чертежа?
7. Что называется видом?
8. Назовите основные параметры резьбы?
9. Как условно изображают резьбу на стержне? В отверстии?
10. Какие чертежи называют сборочными?

### Вопросы к собеседованию:

#### Коллоквиум 1 (7 семестр)

1. Задачи современной теплотехники и теплоэнергетики.
2. Потребности в тепловой энергии.
3. Основные элементы систем теплоснабжения и основные источники тепла.
4. Основные проблемы современной теплоэнергетики.
5. Современное состояние, перспективные методы и способы получения тепловой энергии.
6. Проблемы и перспективы развития и оптимизации основного оборудования термоэлектростанций, технологических схем теплоснабжения, способов и методов подготовки и сжигания топлива.

7. Рациональное энергопотребление и эффективное использование энергии.
8. Разработка передовых технологий и эффективных технических решений в области энергоснабжения. Модернизация устаревших источников тепловой энергии.
9. Использование вторичных энергоресурсов (ВЭР).
10. Использование отходов в качестве энергетического топлива.

#### **Коллоквиум 2 (7 семестр)**

11. Особенности использования гелиоэнергетики.
12. Особенности использования геотермальной энергетики,
13. Особенности использования ветровых двигателей и ветродувных установок,
14. Особенности использования биотоплива.
15. Особенности использования энергии приливов
16. Особенности использования подземного тепла Земли
17. Особенности использования морских и океанических течений
18. Атомная энергетика.
19. Нетрадиционные источники энергии
20. Альтернативные источники энергии.

#### **Вопросы к зачету (7 семестр)**

1. Задачи современной теплотехники и теплоэнергетики.
2. Потребности в тепловой энергии.
3. Основные элементы систем теплоснабжения и основные источники тепла.
4. Основные проблемы современной теплоэнергетики.
5. Современное состояние, перспективные методы и способы получения тепловой энергии.
6. Проблемы и перспективы развития и оптимизации основного оборудования термоэлектростанций, технологических схем теплоснабжения, способов и методов подготовки и сжигания топлива.
7. Рациональное энергопотребление и эффективное использование энергии.
8. Разработка передовых технологий и эффективных технических решений в области энергоснабжения. Модернизация устаревших источников тепловой энергии.
9. Использование вторичных энергоресурсов (ВЭР) и отходов в качестве энергетического топлива.
10. Понятия гелиоэнергетики, геотермальной энергетики, ветровых двигателей и ветродувных установок, понятие о биотопливе.
11. Атомная энергетика. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.

#### **Коллоквиум 3 (8 семестр)**

1. Сущность проектирования.
2. Роль проектирования в научно-техническом прогрессе.
3. Области проектирования.
4. Правовые основы проектирования
5. Цель проектирования установки по снабжению энергоносителями.
6. Разработка проекта установки.
7. Этапы проектирования.
8. Проектная документация
9. Методы и средства оптимизации.
10. Выбор оптимальной схемы энергосбережения и оптимизация параметров энергоносителей.
11. Регулирование и оптимизация отпуска энергоносителей потребителям

#### **Коллоквиум 4 (8 семестр)**

1. Водоснабжение предприятия с разомкнутым циклом.
2. Водоснабжение предприятия с замкнутым циклом.
3. Водоснабжение предприятия с бессточным циклом.
4. Холодоснабжение предприятия.
5. Теплоснабжение предприятия.
6. Газоснабжение предприятия.
7. Снабжение сжатым воздухом.

8. Снабжение предприятия твердым топливом.
9. Снабжение предприятия жидким топливом.
10. Энергетический баланс предприятия.

### **Вопросы к зачету (7 семестр)**

1. Перечислить основные термины используемые в теплоэнергетике и теплотехнике и дать к ним пояснения.
2. Какие задачи необходимо решить в современной теплотехнике и теплоэнергетике.
3. Перечислить потребности в тепловой энергии для промышленных предприятий.
4. Назовите основные элементы систем теплоснабжения.
5. Назовите основные источники тепла для нужд теплоэнергетики..
6. Какие основные проблемы стоят перед современной теплоэнергетикой.
7. Современные способы получения тепловой энергии.
8. Перспективные способы получения тепловой энергии.
9. Проблемы оптимизации основного оборудования теплоэлектростанций,
10. Перспективы оптимизации основного оборудования теплоэлектростанций,
11. Представьте технологические схемы теплоснабжения,
12. Перечислите способы и методы подготовки топлива.
13. Перечислите способы и методы сжигания топлива.
14. В чем сущность рационального энергопотребления.
15. В чем заключается эффективное использование энергии.
16. Как осуществляется разработка передовых технологий в области энергоснабжения.
17. Как выявляется эффективность технических решений в области энергоснабжения.
18. Для чего нужна модернизация устаревших источников тепловой энергии.
19. Достоинства и недостатки гелиоэнергетики.
20. Достоинства и недостатки геотермальной энергетики,
21. Достоинства и недостатки ветроэнергетики.
22. Достоинства и недостатки применения биотоплива.
23. Достоинства и недостатки атомной энергетики.
24. Что такое вторичные энергоресурсы.
25. В каком случае применение вторичных энергоресурсов целесообразно, а в каком нет.

### **Вопросы к экзамену (8 семестр)**

1. Примеры оптимизационных задач в расчетах оборудования и тепловых схем ТЭС и АЭС.
2. Общая формулировка оптимизационной задачи.
3. Целевая функция. Примеры целевых функций.
4. Линии уровня целевой функции.
5. Графическое представление целевой функции. Оптимизируемые параметры. Ограничения.
6. Классификация задач и методов оптимизации.
7. Методы одномерной оптимизации.
8. Стратегия поиска точки минимума.
9. «Удачная» тройка чисел.
10. Цели математического моделирования тепловых схем.
11. Виды математических моделей тепловых схем.
12. Иерархия математических моделей тепловых схем.
13. Математическое моделирование термодинамических и теплофизических процессов.
14. Оптимизация режимов работы оборудования ТЭС.
15. Энергетические характеристики основного оборудования ТЭС.
16. Распределение нагрузок между котло - и турбоагрегатами: постановка задачи.
17. Выбор метода для решения задачи распределения нагрузок.
18. Элементы теории графов: основные понятия и определения.
19. Система сетевого планирования и управления.
20. Элементы сетевой графической модели: работы, события, правила построения сетевых графов, критический путь, резервы событий и работ.
21. Построение сетевого графа.
22. Методика решения сетевого графа.

23. Построение масштабного сетевого графика, построение графика распределения ресурсов.
24. Оптимизация графика распределения ресурсов по различным критериям.
25. Методика определения кратчайшего пути на графе.
26. Использование методов целочисленного программирования в задачах сетевого планирования и оптимального резервирования энергетического оборудования.

## Шкалы оценки образовательных достижений

### экзамен

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (баллы за от- веты на экза- мене)	Требования к знаниям
90-100	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Записывает расчетные формулы, объясняет их значение, перечисляет основные законы, записывает математические выражения основных законов.
70-89	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
60-69	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-59	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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

Сумма баллов	Требования к знаниям на зачете
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 продемонстрировал достаточно глубокого знания материала
20 ÷ 29	выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал толь-

	ко 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 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:

Итоговая оценка	Сумма баллов за разделы и зачет	Оценка ECTS
«зачтено»	90-100	A
	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
	65-69	
60-64	E	
«не зачтено»	Менее 60	F

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Авдюнин, Е. Г. Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок : учебник / Е. Г. Авдюнин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 184 с. — ISBN 978-5-9729-0297-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124637>

2. Боруш, О. В. Общая энергетика. Энергетические установки : учебное пособие / О. В. Боруш, О. К. Григорьева. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-7782-3430-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118133>

3. Малая энергетика и когенерация : учебное пособие / составители А. Л. Иванов, В. В. Максимов. — Омск : СибАДИ, 2020. — 126 с. <https://e.lanbook.com/book/163743>

4. Соколов, В. Ю. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения : учебное пособие / В. Ю. Соколов, С. В. Митрофанов, А. В. Садчиков. — Оренбург : ОГУ, 2016. — 200 с. <https://e.lanbook.com/book/97998>

### Дополнительная литература:

5. Гребнев, В. Д. Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ : учебное пособие / В. Д. Гребнев, А. М. Мошева. — Пермь : ПНИПУ, 2015. — 167 с. <https://e.lanbook.com/book/160353>

6. Карпов, К. А. Технологическое прогнозирование развития производств нефтегазохимического комплекса : учебник / К. А. Карпов ; под редакцией И. А. Садчикова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 492 с. <https://e.lanbook.com/book/97672>

## Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории №.414.

Оборудование:

Автоматизированное рабочее место преподавателя:

Компьютер ORION 215;

процессор - AMD Athlon (tm) Pх2220, 2.80 GHz; оперативная память – 8,00 Gb.

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

Проектор Viewsonic – 1; Микрофон Aceline AMIC-5 -1; Колонки Microlad B-72.

Практические занятия проводятся в лаборатории «Теплотехника и термодинамика» (ауд.318)

Оборудование:

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов;

Комплект документации, методическое обеспечение;

Лабораторный стенд ТОТ-ТПБ для испытания различных конструкций теплообменников;

Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ:

1. Определение теплоемкости воздуха;
2. Определение критического диаметра тепловой изоляции;
3. Определение критического перепада давления и критической скорости;
4. Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов.

Лабораторный стенд «Технология очистки и обезвреживания промышленных выбросов».

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Перед началом выполнения практического задания необходимо самостоятельно изучить теоретический материал и получить у преподавателя ответы на появившиеся при этом вопросы.

Выполнить предложенный преподавателем расчет рассмотренного на лекционных занятиях элемента и оформить полученные результаты в виде отчета по предложенной форме.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

### **3. Указания для выполнения самостоятельной работы**

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

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

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

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### **1. Указания для проведения лекций**

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

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

3. В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая со-



держание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

4. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это

способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

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

## 2. Указания для проведения 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 по контролю самостоятельной работы студентов

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

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

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

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

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

Рабочую программу составил: доцент Устинов Н.А.

Рецензент: доцент Костин Д.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.