

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 «Технологические энергоносители предприятий»

**Направления подготовки**

«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

**Основная профессиональная образовательная программа**

«Промышленная теплоэнергетика»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

## Цель освоения дисциплины

Познакомить обучающихся с принципами создания, эксплуатации и анализа показателей технологических энергоносителей предприятий; научить анализировать существующие системы и их элементы, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиции повышения энергоэкономической эффективности и решения вопросов энергосбережения; дать информацию о новых направлениях в совершенствовании данных систем в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки систем и их элементов, как отечественных так и зарубежных.

Соответствие профстандартам: 24.009 «Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными электростанциями»; 24.083 Специалист-теплоэнергетик атомной станции; 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

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Тепломассообмен», «Тепломассообменное оборудование», «Нагнетатели и тепловые двигатели», «Основы трансформации тепла и процессов охлаждения».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы и для изучения дисциплин: «Источники и системы теплоснабжения», «Энергоаудит и энергосбережение на предприятиях», а также программы магистерской подготовки по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника».

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- А/02.6. Организация работ по направлению деятельности проекта (ПС24.009);
- 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/02.6. Планирование работ по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС (ПС 20.014);
- В/01.6. Ведение заданного режима работы оборудования ТЭС (ПС 20.001);
- В/02.6. Руководство изменением режимов работы и производством переключений на оборудовании ТЭС (ПС 20.001).

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

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 электрически станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы	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

	стандартизации; системы диагностики и автоматизированно- го управления технологическими процессами в теплоэнергетике		В-ПК-1 Владеть: методиками со- ставления документации с опи- санием объема работ по направ- лению проекта; методами кон- троля ключевых показателей эф- фективности и качества по направлению проекта
Проведение теплотехниче- ских расчетов оборудования согласно типовым методикам	Тепловые и атомные электрически станции, реакторы и парогенераторы атомных электростан- ций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессио- нальной деятельности; нормативно- техническая докумен- тация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированно- го управления техно- логическими процес- сами в теплоэнергети- ке	ПК-5 Способен проводить тепло- технические, гид- равлические, проч- ностные расчеты по типовым методи- кам	З-ПК-5 Знать: требования норма- тивных правовых актов, норма- тивно-технических и методиче- ских документов для проведения типовых расчетов У-ПК-5 Уметь: выполнять расче- ты по типовым методикам В-ПК-5 Владеть: информацио- нно-коммуникационными техно- логиями, в том числе специализи- рованным программным обес- печением для проведения расче- тов
Участие в рабо- тах по доводке и освоению тех- нологически х процессов в хо- де подготовки производства новой продук- ции	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-7 Способен управлять технологическими процессами и участвовать в рабо- тах по освоению и доводке технологических процессов	З-ПК-7 Знать: технические ха- рактеристики обслуживаемого оборудования, устройство и по- рядок его работы, паспортные данные и пределы безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов У-ПК-7 Уметь: анализировать техническое состояние оборудо- вания и технологических систем; применять приемы и методы по доводке и освоению технологических процессов В-ПК-7 Владеть: современными технологиями для выполнения работ по доводке и освоению технологических процессов

## Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспита- тельного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплано- вую внеучебную деятель- ность
<b>Профессио- нальное воспи- тание</b>	- формирование от- ветственности за профессиональный выбор, профессио- нальное развитие и профессиональные решения <b>(В18)</b>	Использование воспита- тельного потенциала дис- циплин профессионально- го модуля для формирова- ния у студентов ответ- ственности за свое про- фессиональное развитие посредством выбора сту- дентами индивидуальных образовательных траекто- рий, организации системы общения между всеми участниками образова- тельного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.	1. Организация научно- практических конференций, круглых столов, встреч с ве- дущими специалистами пред- приятий экономического сек- тора города по вопросам тех- нологического лидерства Рос- сии. 2. Участие в подготовке пуб- ликаций в высокорейтинго- вых рецензируемых научных изданиях

## Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 6-ом и 7-ом семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единицы, 288 ак. часа.

### Календарный план (6 семестр)

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттеста- ция раз- дела (форма)	Макси- маль- ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	1.1	Вводная лекция по дисци- плине. хозяйства. Обобщен- ная -структура	7	1	-	-	6		4
	1.2	Системы электроснабжения	11	1	2	2	6	УО	4
	1.3	Система воздухоснабжения промышленных пред- приятий	12	2	2	2	6		4
	1.4	Обслуживание компрес- сорной установки	13	2	2	2	7	УО	4
	1.5	Анализ систем воздухо- снабжения предприятий	13	2	2	2	7		4
2	2.1	Системы технического водоснабжения промыш- ленных предприятий.	13	2	2	2	7	УО	4
	2.2	Загрязнение технологиче- ской воды.	13	2	2	2	7		4
	2.3	Характеристики и особен- ности системы техниче-	13	2	2	2	7	УО	4

		ского водоснабжения							
	2.4	Характеристики и особенности системы технического водоснабжения.	13	2	2	2	7		3
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108/8</b>	<b>16/2</b>	<b>16/6</b>	<b>16</b>	<b>60</b>	<b>экзамен</b>	<b>50</b>

Примечание: собеседование по лабораторным работам (УО)

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Тема: Вводная лекция по дисциплине. 1. Значение и задачи энергетического хозяйства. 2. Обобщенная структура энергетического хозяйства	1	[1-8]
Тема: Системы электроснабжения 1. Параметры электроснабжения 2. Характеристики электроснабжения 3. Графики электроснабжения	1	[1-8]
Тема: Система воздухообеспечения промышленных предприятий. 1. Технология производства сжатого воздуха. 2. Параметры сжатого воздуха 3. Схемы компрессорной установки	2	[1-8]
Тема: Обслуживание компрессорной установки 1. Оборудование компрессорной установки 2. Качество сжатого воздуха	2	[1-8]
Тема: Анализ систем воздухообеспечения предприятий 1. Анализ применяемого оборудования 2. Эффективные показатели применяемого оборудования	2	[1-8]
Тема: Системы технического водоснабжения промышленных предприятий. 1. Назначение и типы водоснабжения промышленных предприятий. 2. Необходимые параметры водоснабжения	2	[1-8]
Тема: Загрязнение технологической воды. 1. Особенности технологической воды. 2. Требования к водоснабжению	2	[1-8]
Тема: Характеристики и особенности системы технического водоснабжения 1. Схемы систем технического водоснабжения 2. Водоприемники и их характеристики	2	[1-8]
Тема: Характеристики и особенности системы технического водоснабжения с повторным использованием воды. 1. Эффективность применения особенности системы технического водоснабжения с повторным использованием воды. 2. Оборудование для систем водоснабжения с повторным использованием воды.	2	[1-8]

### Перечень лабораторных занятий

Тема лабораторных занятия. Вопросы, обрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Определение температур помутнения и замерзания дизельного топлива	4	[9-30]
Определение температуры вспышки в закрытом тигле	4	[9-30]

Определение средней объемной теплоемкости воздуха при постоянном давлении.	4	[9-30]
Определение теплоты парообразования водяного пара	4	[9-30]

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практических занятиях	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Основы работы тепловых электростанций.	4	[9-30]
Теплоизоляция зданий. Работа № 1	4	[9-30]
Теплоизоляция зданий. Работа № 2	4	[9-30]
Анализ электро- и теплоснабжения объектов.	4	[9-30]

### Календарный план (7 семестр)

№ 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		
1	1.1	Газоснабжение промышленных предприятий	13	1	-	-	12	УО	4
	1.2	Транспортировка газа потребителю.	20	1	2	4	13	УО	4
	1.3	Системы отопления	21	2	2	4	13	УО	4
	1.4	Летний воздушно – тепловой режим помещения	21	2	2	4	13	УО	4
	1.5	Виды и типы отопительных приборов	21	2	2	4	13	УО	4
2	2.1	Системы вентиляции промышленного здания	21	2	2	4	13	УО	4
	2.2	Конструктивные решения воздушных ductов.	21	2	2	4	13	УО	4
	2.3	Местные отсосы (вытяжки)	21	2	2	4	13	УО	4
	2.4	Расчет местных отсосов (вытяжек) различного типа.	21	2	2	4	13	УО	3
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>180/8</b>	<b>16/8</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>116</b>	<b>Зачет (О)</b>	<b>50</b>

Примечание: собеседование по лабораторным (УО-2) и практическим работам (УО-1)

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
---	-------------	----------------------------------

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Тема: Газоснабжение промышленных предприятий 1. Характеристики газоснабжения предприятий 2. Параметры и качество газоснабжения предприятий	1	[1-8]
Тема: Транспортировка газа потребителю. 1. Оборудование для транспортировка газа потребителю. 2. Параметры и требования при транспортировки газа потребителю.	1	[1-8]
Тема: Системы отопления 1. Назначение и типы систем отопления 2. Оборудование для систем отопления	2	[1-8]
Тема: Летний воздушно – тепловой режим помещения 1. Параметры летнего воздушно – тепловой режим помещения 2. Обеспечение параметров летнего воздушно – тепловой режим помещения	2	[1-8]
Тема: Виды и типы отопительных приборов 1. Характеристики отопительных приборов 2. Расчет отопительных приборов	2	[1-8]
Тема: Системы вентиляции промышленного здания 1. Характеристики систем вентиляции промышленного здания 2. Назначение систем вентиляции промышленного здания 3. Расчет систем вентиляции промышленного здания	2	[1-8]
Тема: Конструктивные решения воздушных ductов. 1. Назначение воздушных ductов. 2. Характеристики воздушных ductов.	2	[1-8]
Тема: Местные отсосы (вытяжки) 1. Назначение отсосов 2. Характеристики отсосов	2	[1-8]
Тема: Расчет местных отсосов различного типа. 1. Виды и назначения местных отсосов различного типа 2. Методики расчета местных отсосов различного типа.	2	[1-8]

### **Перечень лабораторных занятий**

<b>Тема лабораторных занятия. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Учебно- методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Значение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции.	4	[21]
Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов	4	[21]
Определение показателя адиабаты «К» для воздуха	4	[21]
Определение коэффициента теплопроводности материала методом стержня.	4	[21]

### **Перечень практических занятий**

<b>Тема практических занятия. Вопросы, отрабатываемые на практических занятиях</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Учебно- методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Определение количества теплоты на вентиляцию	4	[23]
Определение количества теплоты, теряемой в тепловых сетях	4	[24]

Определение количества потребляемой теплоты зданием	4	[25]
Определение потребного количества топлива на выработку теплоты.	4	[26]
Средства измерения скорости и расхода	4	[27]
Средства измерения температуры	4	[28]
Энергетическое обследование (энергоаудит)	4	[29]
Определение расходов теплоносителя.	4	[30]

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<b>6 семестр</b>		
Назначение, виды трубопроводов компрессорной станции. Сети сжатого воздуха. Расчет диаметров воздухопроводов и потерь напора в них.	60	[1-9]
Вспомогательное оборудование компрессорных станций. Способы очистки сжатого воздуха. Устройства очистки воздуха.		[1-9]
Режимы водопотребления (графики водопотребления) Напоры. Свободный напор гидросистем. Связь между элементами систем производственного водоснабжения и напором. Расчетные величины напоров в оборотных системах технического водоснабжения. Требования к источникам воды. Сооружения для забора поверхностных вод. Водозаборные сооружения берегового типа. Речные водозаборы руслового типа.		[1-9]
<b>7 семестр</b>		
Транспортировка газа потребителю. Устройство газопроводов низкого и среднего давления. Схема газоснабжения промышленного предприятия. Какая доля тепловой энергии поступает на промышленные предприятия от собственных источников? Охарактеризуйте все составляющие (ТЭЦ, котельные и т.п.). Мероприятия повышающие эффективность работы пароконденсатных систем. Взаимосвязь между источником холода и потребителем в системах хладоснабжения с непосредственным испарением хладагента. Организация взаимосвязи между источником холода и потребителем в системах хладоснабжения с промежуточным хладоносителем.	116	[1-9]
		[1-9]

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

**Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

### Курсовой проект (7 семестр)

Курсовой проект предусматривает определение теплотребления жилого района по укрупненным показателям, вопросы расчета теплового и гидравлического режимов двухтрубной водяной системы теплоснабжения с индивидуальными тепловыми пунктами. Приводятся данные по расчету основных элементов трубопроводов и строительных конструкций тепловых сетей, оборудования тепловых сетей и абонентских вводов, тепловой изоляции. Работа проводится по индивидуальным заданиям и в соответствии с методикой [31].

## Образовательные технологии

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

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.

Для аттестации обучающихся имеются базы оценочных средств по дисциплине в соответствии с утвержденными учебным планом и рабочей программой, включающие средства поэтапного контроля формирования компетенций (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация), включающие: вопросы для входного контроля, вопросы и задания для практической работы, тематика курсового проекта, вопросы к экзамену и зачету.

## Фонд оценочных средств

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

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

### 6 семестр

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Системы воздухообеспечения промышленного предприятия	ПК – 1, ПК-5, ПК-7,	Вопросы текущего контроля (устно)
3	Системы водоснабжения промышленного предприятия	ПК – 1, ПК-5, ПК-7,	Вопросы текущего контроля (устно)
Промежуточная аттестация			
4	Экзамен	ПК – 1, ПК-5, ПК-7,	Вопросы к экзамену (устно)

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

### 7 семестр

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			

2	Системы газо и теплоснабжения промышленного предприятия	ПК – 1, ПК-5, ПК-7,	Вопросы текущего контроля (устно)
3	Системы производства газовых смесей промышленного предприятия	ПК – 1, ПК-5, ПК-7,	Вопросы текущего контроля (устно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет (О)	ПК – 1, ПК-5, ПК-7,	Вопросы к зачету (устно)

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

1. Назначение и область применения источников и систем теплоснабжения.
2. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии, промышленное теплопотребление.
3. Классификация тепловых нагрузок.
4. Сезонные и круглогодичные нагрузки.
5. Технологическое потребление пара и горячей воды.
6. Теплоносители, их параметры.
7. Графики теплопотребления.
8. ГВС, его назначение, параметры, методы определения расчетной потребности в горячей воде.
9. Отопление промышленных зданий.
10. Определение расчетного количества теплоты на отопление здания.
11. Режимы теплопотребления.
12. Энергоэффективность использования тепло – энергетических ресурсов.

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

1. Параметры летнего воздушно – тепловой режим помещения
2. Обеспечение параметров летнего воздушно – тепловой режим помещения
3. Характеристики отопительных приборов
4. Расчет отопительных приборов
5. Характеристики систем вентиляции промышленного здания
6. Назначение систем вентиляции промышленного здания
7. Расчет систем вентиляции промышленного здания
8. Назначение воздушных душей.
9. Характеристики воздушных душей.
10. Виды и назначения местных отсосов различного типа
11. Методики расчета местных отсосов различного типа.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются курсовой проект  
Для промежуточной аттестации предусмотрены экзаменационные вопросы и к зачету.

#### **Вопросы к экзамену по дисциплине «Технологические энергоносители предприятий»**

1. Энергоносители. Виды, классификация и характеристика.
2. Система производства и распределения энергоносителей.
3. Система производства и распределения энергоносителей. Требования.
4. Характеристика потребителей сжатого воздуха.
5. Режимы воздухопотребления
6. Определение нагрузок на компрессорную станцию.
7. Расчетный метод определения нагрузок на компрессорную станцию.
8. Система воздуhosнабжения промышленных предприятий. Технология производства сжатого воздуха.
9. Принципиальная схема турбокомпрессорной установки.
10. Системы воздуhosнабжения предприятия. Схема типовая.
11. Компоновка сооружений компрессорных станций.
12. Назначение, виды трубопроводов компрессорной станции.
13. Сети сжатого воздуха. Расчет диаметров воздуховодов и потерь напора в них.
14. Вспомогательное оборудование компрессорных станций.
15. Необходимость использования воды в условиях производства.

16. Система водоснабжения: основные понятия и определения.
17. Классификация систем водоснабжения. Основные элементы систем водоснабжения
18. Оборотные схемы систем производственного водоснабжения.
19. Расчетная потребность предприятия в технической воде.
20. Использование хозяйственно-питьевой воды. Показатели.
21. Расчетное потребление хозяйственно-питьевой воды на предприятии
22. Режимы водопотребления (графики водопотребления)
23. Расчетные величины напоров в оборотных системах технического водоснабжения.
24. Требования к источникам воды.
25. Водозаборные сооружения берегового типа.
26. Речные водозаборы руслового типа.
27. Сооружения для забора подземных вод.
28. Классификация насосов для водоснабжения. Типы насосов
29. Водоподъемное оборудование водяных скважин.
30. Насосные станции. Классификация. Подбор насосов для водоснабжения.
31. Требования к трубопроводам насосной станции. Вспомогательное оборудование насосных станций
32. Назначение емкостей и их классификация водоснабжения.
33. Назначение водонапорных башен. Их устройство. Расчет элементов.
34. Определение противопожарного запаса воды
35. Определение объема подземных резервуаров. Типы водоводов и их устройство.
36. Совместная работа насосов и водоводов.
37. Основные методы обработки воды. Технологические операции для улучшения качества воды.
38. Отстаивание воды. Методы. Осветление воды в осветлителях.
39. Осветление воды в самотечном и напорных фильтрах.
40. Обеззараживание воды, уничтожение запахов и привкусов.
41. Проектирование дегазаторов. Состав сооружений станций ХВО.
42. Высотные схемы технологических сооружений водоочистных станций

### **Вопросы к зачету (О) по дисциплине «Технологические энергоносители предприятий»**

1. Газоснабжение промышленных предприятий. Назначение газоснабжения.
2. Горючие газы, их назначение и классификация.
3. Режимы потребления газа. Расчетные часовые расходы газа.
4. Типы газопроводов. Схема дальнего газоснабжения.
5. Получение промышленного газа из твердого и жидкого топлива.
6. Транспортировка газа потребителю. Устройство газопроводов низкого и среднего давления.
7. Схема газоснабжения промышленного предприятия.
8. Какая доля тепловой энергии поступает на промышленные предприятия от собственных источников?
9. Охарактеризуйте все составляющие (ТЭЦ, котельные и т.п.).
10. По каким признакам классифицируются системы технологического пароснабжения?
11. Приведите характеристику структуры теплотребления промышленного предприятия по основным статьям присоединенной тепловой нагрузки (технологическая, отопительно-вентиляционная, санитарно-техническая и пр.).
12. Перечислите основные составляющие тепловых потерь с не возвращенным конденсатом.
13. В каких случаях на промышленных предприятиях допускается сооружать системы открытого типа сбора и возврата конденсата?
14. Когда организация систем сбора и возврата конденсата оказывается экономически нецелесообразной?
15. В чем различие систем сбора и возврата конденсата открытого и закрытого типов?
16. Каковы пределы изменения режимных характеристик схем возврата конденсата (температуры, давления, расхода и пр.)?
17. Какие мероприятия позволяют повысить эффективность работы пароконденсатных систем?
18. Каким образом осуществляется взаимосвязь между источником холода и потребителем в системах хладоснабжения с непосредственным испарением хладагента?
19. Как организуется взаимосвязь между источником холода и потребителем в системах хладо-

снабжения с промежуточным хладоносителем?

20. Какими преимуществами и недостатками обладают такие системы по сравнению с системами непосредственного испарения хладагента?

21. Перечислите достоинства и недостатки, которыми обладают централизованные системы оборотного водоснабжения?

22. Объясните принцип работы водоохладителя эжекционного типа.

23. Какие методы позволяют повысить эффективность работы систем оборотного водоохлаждения?

24. Какие виды установок входят в состав техники низких температур?

25. Назовите области применения холодильной техники?

26. Назовите основные способы получения искусственного холода?

27. Какой способ получения холода наиболее распространен и почему?

28. Что называют дроссельэффектом и как он используется в технике низких температур?

29. Что представляет собой детандер и где он используется?

30. Какое устройство называют вихревой трубой?

31. В чем заключается термоэлектрический способ получения холода?

32. Что представляет собой коэффициент работоспособности теплового потока?

### Шкалы оценки образовательных достижений

По итогам обучения выставляется дифференцированный зачет 7 в семестре

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
100-60	«зачтено»	– Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
59-0	«не зачтено»	– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

По итогам обучения выставляется экзамен в 6 семестре.

Сумма баллов	Оценка (ECTS)	Пятибалльная система	Характеристика знаний студентов
90 – 100	A	отлично	“Отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85 – 89	B	хорошо	“Очень хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным

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

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Малая энергетика и когенерация : учебное пособие / составители А. Л. Иванов, В. В. Максимов. — Омск : СибАДИ, 2020. — 126 с. <https://e.lanbook.com/book/163743>
2. 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>
3. Дзюзер, В. Я. Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие для вузов / В. Я. Дзюзер. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-6789-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152446>
4. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам : учебное пособие / А. Н. Остриков, А. В. Логинов, Л. Н. Ананьева, Е. В. Федорова. — Воронеж : ВГУИТ, 2012. — 280 с. — ISBN 978-5-89448-926-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5820>
5. Примеры и задачи по тепломассообмену : учебное пособие / В. С. Логинов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1132-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112072>

### Дополнительная литература:

6. Автономные источники электрической и тепловой энергии малой мощности : учебное пособие / А. Ф. Смоляков, И. В. Иванова, И. Н. Дюкова, А. А. Куликов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ,

2016. — 36 с. <https://e.lanbook.com/book/74030>

7. Парамонов, А. М. Системы воздухообеспечения предприятий : учебное пособие / А. М. Парамонов, А. П. Стариков. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 160 с. <https://e.lanbook.com/book/1801>

8. Топливное хозяйство котельных установок : учебное пособие / А. Ф. Смоляков, И. В. Иванова, И. Н. Дюкова, А. А. Куликов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2016. — 44 с. <https://e.lanbook.com/book/91188>

9. Основы работы тепловых электростанций. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 19 с

10. Теплоизоляция зданий. Работа № 1, 2 (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 22 с

11. Анализ электро и теплопотребления объектов. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 9 с

12. Определение температур помутнения и замерзания дизельного топлива. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 9 с

13. Определение температуры вспышки в закрытом тигле. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 7 с

14. Технологические энергоносители предприятий. (методические указания самостоятельной работы) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 6 с

15. Термодинамика. (методические указания) Устинов А.Н. БИГТиУ, Балаково, 2012, 32 с

16. Теплопередача. (методические указания) Устинов А.Н. БИГТиУ, Балаково, 2012, 32 с

17. Средства измерения температуры. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 18 с

18. Средства измерения давления. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 14 с

19. Средства измерения скорости и расхода. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 17 с

20. Тепло- и хладоснабжения производства (методические указания, 5 работ) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 26 с

21. Конвективный теплообмен. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 8 с

22. Определение количества теплоты на вентиляцию. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 16 с

23. Определение количества теплоты, теряемой в тепловых сетях. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 18 с

24. Определение количества потребляемой теплоты зданием. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 27 с

25. Определение необходимого количества топлива на выработку теплоты. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 17 с

26. Средства измерения скорости и расхода. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 17 с

27. Средства измерения температуры. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 17 с

28. Энергетическое обследование (энергоаудит). (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 26 с

29. Определение расходов теплоносителя. (методические указания) Разуваев А.В. БИТИ, Балаково, 2014, 20 с

30. Теплоснабжение района города. Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Технологические энергоносители предприятий» для студентов направления ТПЭН всех форм обучения.

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

Для проведения лабораторных занятий имеется лаборатория «Теплотехника и термодинамика» № 318.

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».

Для проведения лекционных занятий аудитория: № 412 - мультимедийный класс.

Оборудование:

Автоматизированное рабочее место преподавателя:

процессор –AMD Athlon (tm) 64x2, 3800+2,01GHz; оперативная память – 3,50Gb.

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

Микрофон Sven МК-200 настольный – 1; Проектор Viewsonic; Экран Lumien Eco Picture 180\*180 см настенный.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

#### **3. 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. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

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

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

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

### **2. Указания для проведения 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 отчет 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.

### **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 проф. Разуваев А.В.

Рецензент: доцент Ефремова Т.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.