

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Системы теплоэнергоснабжения городов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10.02.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 42 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 107,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Логина Н.А.
	Идентификатор	R14a92a73-LoginovaNA-be576154

Н.А. Логина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гашо Е.Г.
	Идентификатор	R913da1fa-GashoYG-eb0efe14

Е.Г. Гашо

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

Ю.В.
Яворовский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение структуры, теоретических и технических основ и принципов функционирования систем производства, транспорта и потребления технологических энергоносителей: сжатого воздуха, холода, технического водоснабжения и продуктов разделения воздуха (кислорода, азота, аргона и др.) в соответствии с требованиями надежной и экономической эксплуатации при высоких термодинамических и экономических показателях.

Задачи дисциплины

- познакомить обучающихся с принципами создания, эксплуатации и анализа показателей систем производства технологических энергоносителей;
- научить анализировать существующие системы и их элементы, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и 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.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации систем теплоэнергоснабжения городов	ИД-ЗПК-3 Участвует в организации технического обеспечения и эксплуатации систем теплоэнергоснабжения	знать: - типовые методики проведения расчетов и проектирования элементов оборудования и объектов деятельности (систем) в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; - основные разделы естественнонаучных дисциплин, относящихся к теории изучаемой дисциплины, и быть готовым к исследованию основных законов в профессиональной деятельности, применять методы анализа и моделирования ситуаций теоретического и экспериментального исследования; - методики проведения технико-экономического обоснования проектных разработок. уметь: - проводить опытно-промышленный и научный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата; - оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования,

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		организовать профессиональные осмотры и текущий ремонт; - анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы теплоэнергоснабжения городов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Структура системы обеспечения технологическими энергоносителями промышленных предприятий	38	8	10	-	12	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <u>Подготовка домашнего задания:</u> работа ориентирована на отработку умений решения профессиональных задач
1.1	Определение и структура системы обеспечения технологическими энергоносителями промышленных предприятий	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	Использование эксергетических показателей в обобщенном подходе оценки энергопотребления	12		2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
1.3	Система воздухообеспечения (СВС) предприятий	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
2	Нагрузки на компрессорную станцию	34		4	-	14	-	-	-	-	-	16	-	
2.1	Определение нагрузки на компрессорную станцию, выбор типа	14		2	-	6	-	-	-	-	-	6	-	
														<u>Самостоятельное изучение</u>

	промышленных предприятий												ориентирована на самостоятельное изучение дополнительного материала по разделу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 26-53
4.2	Хранение и транспорт хладагентов и хладоносителей	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
5	Системы обеспечения промпредприятий продуктами разделения воздуха	30	8	-	6	-	-	-	-	16	-		<u>Подготовка к текущему контролю:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 1 - 20 [2], Раздел 1
5.1	Специфика потребления продуктов разделения воздуха, графики и режимы потребления	8	2	-	2	-	-	-	-	4	-		
5.2	Методы промышленного разделения воздуха	8	2	-	2	-	-	-	-	4	-		
5.3	Особенности низкотемпературного разделения воздуха на компоненты	6	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
5.4	Энергетические и экономические показатели воздухоразделительных станций	8	2	-	2	-	-	-	-	4	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	28	-	42	-	2	-	-	0.5	74	33.5	
	Итого за семестр	180.0	28	-	42	2	-	-	0.5	107.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Структура системы обеспечения технологическими энергоносителями промышленных предприятий

1.1. Определение и структура системы обеспечения технологическими энергоносителями промышленных предприятий

Показатели и способы оценки технического совершенства систем производства и распределения энергоносителей. Показатели и способы оценки технического совершенства систем производства и распределения энергоносителей.

1.2. Использование эксергетических показателей в обобщенном подходе оценки энергопотребления

Методы термодинамической оценки комплексных систем и их элементов.

1.3. Система воздухоснабжения (СВС) предприятий

Системы воздухоснабжения промышленных предприятий. Характеристика потребителей сжатого воздуха на предприятиях различных отраслей промышленности по расходам, давлениям, режимам потребления и т.д.

2. Нагрузки на компрессорную станцию

2.1. Определение нагрузки на компрессорную станцию, выбор типа и числа компрессоров

Использование банков данных компрессорного оборудования и элементов систем воздухоснабжения для автоматизированного проектирования систем воздухоснабжения. Типы компрессорных станций промышленных предприятий для выработки силового и технологического сжатого воздуха, технологические схемы станций.

2.2. Выбор привода компрессоров для конкретных видов потребителей сжатого воздуха

Компоновка компрессорной станции, электро-, масло- и водоснабжение станций.

2.3. Компоновка компрессорной станции, электро-, масло- и водоснабжение станций

Работа компрессорной станции при переменных нагрузках, режимы регулирования параметров станции и их технико-экономические показатели. Характеристика и основы расчета вспомогательного оборудования компрессорных станций.

3. Системы технического водоснабжения предприятий

3.1. Системы технического водоснабжения промышленных предприятий

Характеристика потребителей технической воды и основные направления ее использования на промышленном предприятии.

3.2. Классификация, схемы, состав оборудования, области применения, режим работы систем производственного водоснабжения

Оборотные системы водоснабжения как средство снижения энергозатрат на водопотребление и уменьшение загрязнения окружающей среды. Определение расчетных расходов и давлений для проектирования основных установок и сооружений в прямоточных и оборотных системах водоснабжения.

3.3. Экономические и энергетические показатели современных систем производственного водоснабжения

Экономические и энергетические показатели современных систем производственного водоснабжения.

4. Системы холодоснабжения предприятий

4.1. Системы холодоснабжения промышленных предприятий

Характеристика потребителей искусственного холода на промышленных предприятиях по расходам и температурным уровням. Комбинированные системы хладо- и теплоснабжения.

4.2. Хранение и транспорт хладагентов и хладоносителей

Хранение и транспорт хладагентов и хладоносителей. Энергетические и экономические показатели систем производства и транспорта холода.

5. Системы обеспечения промпредприятий продуктами разделения воздуха

5.1. Специфика потребления продуктов разделения воздуха, графики и режимы потребления

Характеристика промышленных потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения воздуха по расходам и параметрам.

5.2. Методы промышленного разделения воздуха

Сравнение показателей циклов и процессов, используемых для охлаждения и ожижения воздуха. Особенности низкотемпературного разделения воздуха на компоненты.

5.3. Особенности низкотемпературного разделения воздуха на компоненты

Промышленные станции производства продуктов разделения воздуха, режимы работы, резервирование установок и аккумуляирование продукции. Назначение, конструкция, режимы работы и основы расчета вспомогательного оборудования (теплообменники, регенераторы, компрессоры, детандеры) воздуходелительных установок и станций.

5.4. Энергетические и экономические показатели воздуходелительных станций

Методы снижения себестоимости продуктов разделения воздуха при их комплексном использовании.

3.3. Темы практических занятий

1. Сравнение показателей, выбор по каталогам и расчет по номограммам устройств для охлаждения воды;
2. Обоснование, выбор и определение основных характеристик установок осушки воздуха;
3. Расчет блоков схемы ВРУ (детандера, теплообменника, регенератора). Расчет потребностей предприятия в продуктах разделения воздуха;
4. Сравнительный анализ установки, работающей в режиме производства холода и теплонасосной установки;
5. Расчет показателей компрессорной станции. Расчет промежуточных и конечных холодильников компрессоров;
6. Пересчет характеристик турбокомпрессора с учетом конкретных режимов работы потребителя, составление схем СВС для различных потребителей;
7. Расчет потребности в технической воде для конкретного предприятия;
8. Определение КПД различных процессов, установок и систем, работа с

- эксергетическими диаграммами. Расчет потребности предприятий в сжатом воздухе;
9. Сопоставление материального и теплового балансов воздуходелительной установки по заданным концентрациям продуктов разделения воздуха.;
 10. Расчетное определение холодопроизводительности потребителя на заданный температурный уровень и режим охлаждения;
 11. Расчет системы холодоснабжения с теплопотребляющей холодильной установкой;
 12. Расчетная оптимизация цикла ожижения воздуха для заданного потребителя;
 13. Сравнение способов определения минимальной работы разделения воздуха на компоненты. Практические расчеты по e , h и T, S диаграммам для воздуха;
 14. Расчет технических показателей потребителя, использующего нагретую воду компрессоров.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Рассмотрение сложных аспектов раздела "Структура системы обеспечения технологическими энергоносителями промышленных предприятий".
2. Рассмотрение сложных аспектов раздела "Нагрузки на компрессорную станцию".
3. Рассмотрение сложных аспектов раздела "Системы технического водоснабжения предприятий".
4. Рассмотрение сложных аспектов раздела "Системы холодоснабжения предприятий".
5. Рассмотрение сложных аспектов раздела "Системы обеспечения промпредприятий продуктами разделения воздуха".

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
методики проведения технико-экономического обоснования проектных разработок	ИД-3пк-3			+			Тестирование/Водоснабжения
основные разделы естественнонаучных дисциплин, относящихся к теории изучаемой дисциплины, и быть готовым к исследованию основных законов в профессиональной деятельности, применять методы анализа и моделирования ситуаций теоретического и экспериментального исследования	ИД-3пк-3	+					Тестирование/Структура
типовые методики проведения расчетов и проектирования элементов оборудования и объектов деятельности (систем) в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации	ИД-3пк-3		+				Тестирование/Нагрузки
Уметь:							
анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности	ИД-3пк-3	+					Тестирование/Водоснабжения
оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования, организовать профессиональные осмотры и текущий ремонт	ИД-3пк-3			+			Тестирование/Водоснабжения
проводить опытно-промышленный и научный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата	ИД-3пк-3				+	+	Контрольная работа/Холодоснабжения

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Водоснабжения (Тестирование)
2. Нагрузки (Тестирование)
3. Структура (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Холодоснабжения (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Характеристики технологических энергоносителей и энергосистем промышленных предприятий : учебное пособие / Е. В. Жигулина, и др., Нац. исслед. ун-т "МЭИ", Нижегород. гос. архитектурно-строит. ун-т. – М. : Издательский дом МЭИ ; Н. Новгород : НГАСУ, 2014. – 53 с. – ISBN 978-5-38300-263-6.;
2. В. С. Епифанов, О. С. Чуркина- "Судовые тепловые двигатели: практикум для лабораторных работ и самостоятельных занятий" 1, Издательство: "Альтаир|МГАВТ", Москва, 2007 - (36 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430947>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

4. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - [Http:\\proinfosoft.ru;](Http:\\proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/)
<http://docs.cntd.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	3-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	3-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	3-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-204, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	стеллаж, стол преподавателя, стол для оргтехники, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютер персональный, принтер, холодильник
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-206, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	стул, шкаф для документов, стол письменный, кондиционер, дипломные и курсовые работы студентов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы производства и распределения энергоносителей

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Структура (Тестирование)
 КМ-2 Нагрузки (Тестирование)
 КМ-3 Водоснабжения (Тестирование)
 КМ-4 Холодоснабжения (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Структура системы обеспечения технологическими энергоносителями промышленных предприятий					
1.1	Определение и структура системы обеспечения технологическими энергоносителями промышленных предприятий		+		+	
1.2	Использование эксергетических показателей в обобщенном подходе оценки энергопотребления		+		+	
1.3	Система воздухообеспечения (СВС) предприятий		+		+	
2	Нагрузки на компрессорную станцию					
2.1	Определение нагрузки на компрессорную станцию, выбор типа и числа компрессоров			+		
2.2	Выбор привода компрессоров для конкретных видов потребителей сжатого воздуха			+		
2.3	Компоновка компрессорной станции, электро-, масло- и водоснабжение станций			+		
3	Системы технического водоснабжения предприятий					
3.1	Системы технического водоснабжения промышленных предприятий				+	
3.2	Классификация, схемы, состав оборудования, области применения, режим работы систем производственного водоснабжения				+	
3.3	Экономические и энергетические показатели современных систем производственного водоснабжения				+	
4	Системы холодоснабжения предприятий					
4.1	Системы холодоснабжения промышленных предприятий					+

4.2	Хранение и транспорт хладагентов и хладоносителей				+
5	Системы обеспечения промпредприятий продуктами разделения воздуха				
5.1	Специфика потребления продуктов разделения воздуха, графики и режимы потребления				+
5.2	Методы промышленного разделения воздуха				+
5.3	Особенности низкотемпературного разделения воздуха на компоненты				+
5.4	Энергетические и экономические показатели воздухоразделительных станций				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25