

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Эффективные теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ ПАРΟΣНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.11
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Проверочная работа Контрольная работа Доклад	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кутько Н.Е.
	Идентификатор	R8d5bd572-KutkoNY-cb4af18a

Н.Е. Кутько

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

Ю.В.
Яворовский

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: освоение структуры, теоретических и технологических основ и принципов функционирования систем пароснабжения промышленных предприятий

Задачи дисциплины

- изучение способов сбора необходимой информации в системах пароснабжения предприятий для ее обработки и анализа;
- изучение основных режимов работы систем пароснабжения предприятий;
- изучение информации об основных местах потерь энергии при работе различных систем пароснабжения предприятий;
- изучение информации о типичных возможностях экономии энергии при работе систем пароснабжения предприятий.

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 теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ	ИД-3 _{ПК-3} Способен организовать техническое обеспечение и эксплуатацию теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- эксплуатационные свойства пара как энергоносителя;- основные характеристики систем пароснабжения промышленных предприятий;- особенности эксплуатации систем пароснабжения промышленных предприятий;- основные источники научно-технической информации по системам пароснабжения по системам пароснабжения предприятий. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимую информацию;- принимать решения, определять порядок выполнения работ;- самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи;- анализировать результаты обследования систем пароснабжения и рекомендовать энергосберегающие мероприятия при эксплуатации систем пароснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Эффективные теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ (далее – ОПОП), направления

подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать методики проведения технико-экономических расчетов при определении эффективности предлагаемых энергосберегающих мероприятий
- знать особенности проведения энергетического обследования систем теплоснабжения ЖКХ с учетом связей между элементами системы
- знать типовые возможности энергосбережения в различных системах промышленной теплоэнергетики и ЖКХ
- уметь самостоятельно разбираться в типовых методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи
- уметь осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые рабочие вещества
- уметь анализировать информацию о новых схемах, процессах и циклах

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 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ 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	Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя	13	3	4	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 297-310
1.1	Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя	13		4	-	4	-	-	-	-	-	5	-	
2	Паропроводы	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Паропроводы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 91-115
2.1	Паропроводы	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
3	Технологические потребители тепловой энергии в виде пара	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Технологические потребители тепловой энергии в виде пара" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 104-112
3.1	Технологические потребители тепловой энергии в виде пара	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
4	Системы сбора и возврата конденсата.	13		4	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Системы сбора и возврата конденсата." подготовка к выполнению заданий на практических
4.1	Системы сбора и возврата конденсата.	13		4	-	4	-	-	-	-	-	5	-	

													занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 218-238 [3], 281-261
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	72.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	22	17.7	
	Итого за семестр	72.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	39.7		

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. Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя

1.1. Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя

Водяной пар, основные свойства. Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя; достоинства и недостатки Система пароснабжения предприятия, режимы отпуска пара из отборов турбин ТЭЦ типов К, Р, П, ПР, Т, ПТ. Требования к качеству пара. Влажный пар. Сепарация влаги из пара. Удаление неконденсируемых газов (воздух и CO₂). Паропреобразователи. Технологические генераторы пара (котлы-утилизаторы). Особенности работы парогенераторов, вынос влаги. Пар вторичного вскипания. пути повышения КПД паровых котельных. Редуцирующие устройства (РУ, РОУ, БРОУ). Замена РУ в паровых котельных на генерирующие установки противодавления. Технологические генераторы пара (котлы-утилизаторы). Организация учета тепловой энергии и теплоносителя, отпущенных в паровые системы теплоснабжения. Узлы учета расхода водяного пара и конденсата. основные требования к приборам учета тепловой энергии. Типы расходомеров. Особенности измерения расхода влажного пара..

2. Паропроводы

2.1. Паропроводы

Трубы и арматура паропроводов. Теплоизоляционные материалы, используемые при воздушной и подземной прокладке паропроводов. Выбор диаметров паропроводов. Расчет гидравлических и тепловых режимов работы паропроводов. Расчет и испытание на прочность паропроводов, компенсация температурных расширений. Гидравлические режимы пароконденсатных систем. Образование “пролетного” пара. Режим “трубы”. Образование и выпадение конденсата в системах транспорта и распределения пара. гидравлический удар. Термоудар. Отвод конденсата из паропроводов и паровых коллекторов. Паровые спутники. отвод конденсата от паровых спутников. Вопросы эксплуатации паропроводов и систем распределения пара. Надежность работы паропроводов..

3. Технологические потребители тепловой энергии в виде пара

3.1. Технологические потребители тепловой энергии в виде пара

Материальные и тепловые балансы пароконденсатных систем предприятий промышленности и ЖКХ. Методы сведения балансов производственного пара. Причины возникновения дебалансов. Аккумулирование производственного пара. Выравнивание производительности пароутилизационных установок. Пиковые паровые котлы. Использование избытков пара утилизационных установок. Компримирование пара. расчет и работа струйных и механических нагнетателей для водяного пара. Использование турбин “мятого” пара для выработки эл. энергии. Использование теплоты пара низких параметров для выработки холода в абсорбционных холодильных машинах. Потребители тепловой энергии. Режимы потребления пара. Методы расчета теплообмена при конденсации пара. Особенности теплообмена при конденсации парогазовой смеси. Технологические потребители пара. Безвозвратные потери пара (конденсата). Пароструйные вакуумные насосы. насосы с паровым приводом (паровые машины). Емкостные и скоростные подогреватели, ребойлеры. струйные подогреватели смешения. прессы, варочные котлы, установки ректификации, сушилки, каландры, стерилизаторы и вулканизаторы. Паровое увлажнение воздуха в СКВ и технологических установках. Методика расчета и подбора оборудования. Увлажнители. Схемы присоединения систем воздушного отопления и приточной вентиляции к паропроводам. Схемы автоматического регулирования температуры приточного воздуха при паровом обогреве. Конденсатоотводчики, типы, принцип работы.

Требования к работе конденсатоотводчиков, области применения. Выбор типоразмеров конденсатоотводчиков, особенности монтажа и эксплуатации. проведение испытаний конденсатоотводчиков и организация контроля за их работой. Экономическая целесообразность замены конденсатоотводчиков. Арматура и оборудование пароконденсатного хозяйства предприятий. Приборы и устройства автоматического регулирования давления, температуры и влажности пара. Клапаны запорные, предохранительные и обратные. Прерыватели вакуума. Термостатические воздушники, механические фильтры. Приводы для исполнительных механизмов запорных и регулирующих устройств..

4. Системы сбора и возврата конденсата.

4.1. Системы сбора и возврата конденсата.

Энергоэффективные схемы пароснабжения с использованием теплоты пара вторичного вскипания. Устройство конденсатопроводов. Требования к качеству конденсата. станции сбора и очистки конденсата. Защита конденсатопроводов от коррозии. Станции перекачки конденсата. Выбор конденсатных насосов. Совместная работа насосов в сети. Вопросы эксплуатации насосов, повышение надежности работы. Повышение эффективности использования теплоты водяного пара на предприятиях промышленности и ЖКХ. Сепараторы пара вторичного вскипания. Схемы включения сепараторов в пароконденсатную систему; обвязка сепаратора..

3.3. Темы практических занятий

1. Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя (2 пары);
2. Паропроводы (2 пары);
3. Технологические потребители тепловой энергии в виде пара (2 пары);
4. Системы сбора и возврата конденсата.(2 пары).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Паропроводы"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Технологические потребители тепловой энергии в виде пара"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Системы сбора и возврата конденсата."

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Паропроводы"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технологические потребители тепловой энергии в виде пара"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы сбора и возврата конденсата."

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя"
2. Консультации проводятся по разделу "Паропроводы"
3. Консультации проводятся по разделу "Технологические потребители тепловой энергии в виде пара"
4. Консультации проводятся по разделу "Системы сбора и возврата конденсата."

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Паропроводы"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технологические потребители тепловой энергии в виде пара"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы сбора и возврата конденсата."

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	
Знать:						
основные источники научно-технической информации по системам пароснабжения по системам пароснабжения предприятий	ИД-3ПК-3	+				Проверочная работа/Базовые понятия
особенности эксплуатации систем пароснабжения промышленных предприятий	ИД-3ПК-3				+	Доклад/Системы возврата конденсата
основные характеристики систем пароснабжения промышленных предприятий	ИД-3ПК-3			+		Доклад/Технологические потребители пара
эксплуатационные свойства пара как энергоносителя	ИД-3ПК-3		+			Контрольная работа/Паропроводы
Уметь:						
анализировать результаты обследования систем пароснабжения и рекомендовать энергосберегающие мероприятия при эксплуатации систем пароснабжения	ИД-3ПК-3				+	Доклад/Системы возврата конденсата
самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи	ИД-3ПК-3	+				Проверочная работа/Базовые понятия
принимать решения, определять порядок выполнения работ	ИД-3ПК-3		+			Контрольная работа/Паропроводы
осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимую информацию	ИД-3ПК-3			+		Доклад/Технологические потребители пара

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Системы возврата конденсата (Доклад)

Форма реализации: Письменная работа

1. Базовые понятия (Проверочная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Паропроводы (Контрольная работа)
2. Технологические потребители пара (Доклад)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

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 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Паровые и газовые турбины : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / М. А. Трубилов, и др. ; ред. А. Г. Костюк, В. В. Фролов . – М. : Энергоатомиздат, 1985 . – 352 с.;
2. Пайкин, И. Х. Конденсатоотводчики / И. Х. Пайкин . – Ленинград : Машиностроение, 1985 . – 144 с.;
3. Лебедев, П. Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки (тепломассообменные и холодильные установки) : Учебник для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / П. Д. Лебедев . – 2-е изд., перераб . – М. : Энергия, 1972 . – 317 с.;
4. Шкаровский А. Л.- "Теплоснабжение", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (392 с.)
<https://e.lanbook.com/book/136185>;
5. С. А. Фарамазов- "Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация", Издательство: "Химия", Москва, 1978 - (352 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447865>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Dr.Web;
5. Acrobat Reader.

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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	З-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	З-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	З-207, Компьютерный класс каф. "ПТС"	стеллаж для хранения книг, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	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 пароснабжения промышленных предприятий**

(название дисциплины)

3 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Базовые понятия (Проверочная работа)
 КМ-2 Паропроводы (Контрольная работа)
 КМ-3 Технологические потребители пара (Доклад)
 КМ-4 Системы возврата конденсата (Доклад)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя					
1.1	Использование пара в промышленности и ЖКХ в качестве теплоносителя		+			
2	Паропроводы					
2.1	Паропроводы			+		
3	Технологические потребители тепловой энергии в виде пара					
3.1	Технологические потребители тепловой энергии в виде пара				+	
4	Системы сбора и возврата конденсата.					
4.1	Системы сбора и возврата конденсата.					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25