

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: Управление проектами в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Индивидуальный проект	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,50 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шелгинский А.Я.
	Идентификатор	Rf4e216f4-ShelginskyAY-88390ed6

(подпись)

А.Я.

Шелгинский

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Фрей Д.А.
	Идентификатор	R5b6e8be9-FreyDA-4615d1cb

(подпись)

Д.А. Фрей

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курдюкова Г.Н.
	Идентификатор	R6ab6dd0d-KurdiukovaGN-ca01d8d

(подпись)

Г.Н. Курдюкова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение структуры, принципов функционирования энерготехнологических систем и комплексов промышленных предприятий в соответствии с требованиями соответствующих технологических, санитарных и строительных норм, правил эксплуатации. Освоить готовность к участию в проектировании и эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ

Задачи дисциплины

- выработать умение участвовать в проектировании и эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ.

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-5 Способен участвовать в проектировании и энергоаудите объектов теплоэнергетики промышленных предприятий	ИД-1ПК-5 Способен участвовать в проектировании теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ	знать: - нормативные документы для участия в проектировании и эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ. уметь: - разрабатывать мероприятия для участия в проектировании и эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление проектами в теплоэнергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать нормативные документы для участия в проектировании и эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ
- уметь разрабатывать мероприятия для участия в проектировании и эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ

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	Энерготехнологические системы и комплексы промышленного предприятия. Методы синтеза оптимальных систем теплообмена	28	2	4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Выполнение индивидуального задания</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение методов синтеза систем теплообмена.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], стр. 17-35 [2], стр. 4-9 [3], стр. 11-32 [4], стр. 232-256 [5], стр.182-186, стр.211-212</p>	
1.1	Общие сведения об энерготехнологических системах и комплексах. Методы синтеза.	28		4	-	4	-	-	-	-	-	20	-		
2	Анализ энергоиспользования в теплоэнергетических и теплотехнологических системах	54		12	-	12	-	-	-	-	-	30	-		<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Составить тепловой баланс рассматриваемого производства</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Методы составления тепловых балансов</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], стр. 96-101 [2], стр. 28-37 [3], стр. 32-37</p>
2.1	Способы анализа и определение характеристик ЭТКПП	54		12	-	12	-	-	-	-	-	30	-		
3	Методы синтеза энерготехнологических систем и комплексов. Решение задач синтеза	62		16	-	16	-	-	-	-	-	30	-		

3.1	Задачи и применение синтеза систем и комплексов	62		16	-	16	-	-	-	-	-	30	-	теплоэнерготехнологических систем <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 170-181 [3], стр. 381-453
	Экзамен	36.00		-	-	-	-	2.0	-	-	0.50	-	33.5	
	Всего за семестр	180.00		32	-	32	-	2.0	-	-	0.50	80	33.5	
	Итого за семестр	180.00		32	-	32	2.0	-	-	0.50	80	113.5		

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. Энерготехнологические системы и комплексы промышленного предприятия. Методы синтеза оптимальных систем теплообмена

1.1. Общие сведения об энерготехнологических системах и комплексах. Методы синтеза.

Структурная схема энергетики страны. Вопросы энергосбережения на промышленном предприятии. Определение понятий: «Энерготехнологическая система промышленного предприятия» (ЭТСПП); «Теплоэнергетическая система промышленного предприятия» (ТЭСПП), «Энерготехнологический комплекс промышленного предприятия» (ЭТКПП). Структура. Классификация. Определения. Сущность системного подхода. Иерархические уровни ЭТКПП: процессы, установки, теплотехнологические и теплоэнергетические системы. Когенерационные системы на основе использования тепловых ВЭР. Классификация методов синтеза систем и комплексов: структурных параметров; динамического программирования; эвристические; эволюционные; комбинаторные; температурного соответствия тепло-носителей. Методы синтеза оптимальных систем теплообмена.

2. Анализ энергоиспользования в теплоэнергетических и теплотехнологических системах

2.1. Способы анализа и определение характеристик ЭТКПП

Способы представления ЭТСПП и ЭТКПП. Составление материальных, тепловых и эксергетических балансов по элементам и систем в целом. Последовательность расчета системы. Полный структурный анализ ЭТСПП. Термодинамический анализ по элементам и системы в целом. Оценка эффективности использования энергоносителей. Термодинамические КПД (термический, эксергетический), топливный КПД. Расчет стационарных режимов работы ЭТСПП и оценка эффективности использования энергоносителей на примере реальных производств химической промышленности. Определение потребностей теплоэнергетической системы предприятия в энергоносителях на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, термическое обессоливание воды, производство холода. Балансы ЭТКПП в целом..

3. Методы синтеза энерготехнологических систем и комплексов. Решение задач синтеза

3.1. Задачи и применение синтеза систем и комплексов

Формулировка общей и частных задач синтеза систем и комплексов. Применение методов синтеза к ЭТСПП и ЭТКПП производств аммофоса, экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК), серной кислоты. Синтез новых ЭТСПП рассматриваемых производств на основе рационального регенеративного и внешнего теплоиспользования. Определение технико-экономических показателей, синтезированных ЭТСПП. Тепловые нагрузки ТЭСПП. Синтез ТЭСПП на основе рационального использования ВЭР технологий. Определение технико-экономических показателей синтезированного ЭТКПП..

3.3. Темы практических занятий

1. Распределение индивидуальных заданий по анализу и синтезу оптимальных систем теплообмена. Разработка плана и алгоритма выполнения индивидуального задания;
2. Изучение эвристических методов синтеза оптимальных систем теплообмена. Определение располагаемых тепловых потоков холодных и горячих теплоносителей;
3. Анализ количества и качества тепловых ВЭР рассматриваемых производств. Определение потребностей ТЭСПП в энергоносителях;
4. Синтез новой теплотехнологической системы производства серной кислоты. Техничко-экономический анализ эффективности использования ТЭР;
5. Анализ эффективности использования энергоносителей в производстве серной

- кислоты. Определение КПИ системы;
6. Составление материальных и тепловых балансов в производстве серной кислоты;
 7. Синтез нового ЭТКПП на основе рационального использования ВЭР технологий. Определение технико-экономических показателей разработанного ЭТКПП;
 8. Составление материальных и тепловых балансов в производстве экстракционной фосфорной кислоты;
 9. Анализ эффективности использования энергоносителей в производстве аммофоса. Определение КПД и КПИ по элементам и системы. Синтез новой теплотехнологической системы производства аммофоса. Техничко-экономический анализ эффективности использования ТЭР;
 10. Составление материальных и тепловых балансов в производстве аммофоса;
 11. Синтез системы теплообмена между горячими и холодными потоками по близким тепловым эквивалентам. Определение коэффициента полезного использования располагаемой теплоты (КПИ);
 12. Анализ эффективности использования энергоносителей в производстве экстракционной фосфорной кислоты. Определение КПИ системы. Синтез новой теплотехнологической системы производства экстракционной фосфорной кислоты. Техничко-экономический анализ эффективности использования ТЭР;
 13. Определение теоретически максимально возможного количества теплоты при теплопереносе от горячих потоков к холодным.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Проводятся в аудитории с рассмотрением основных вопросов выполнения индивидуальных заданий
2. Проводятся в аудитории с рассмотрением основных вопросов выполнения индивидуальных заданий
3. Проводятся в аудитории с рассмотрением основных вопросов выполнения индивидуальных заданий

Текущий контроль (ТК)

1. Проверка выполнения задания
2. Проверка выполнения задания
3. Проверка выполнения задания

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	
Знать:					
нормативные документы для участия в проектировании и эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ	ИД-1ПК-5	+			Индивидуальный проект/Анализ энергоиспользования в теплоэнергетических и теплотехнологических системах Индивидуальный проект/Энерготехнологические системы и комплексы промышленного предприятия. Методы синтеза оптимальных систем теплообмена
Уметь:					
разрабатывать мероприятия для участия в проектировании и эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ	ИД-1ПК-5		+	+	Индивидуальный проект/Методы синтеза энерготехнологических систем и комплексов. Решение задач синтеза Индивидуальный проект/Определение эффективности полученных результатов

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Энерготехнологические системы и комплексы промышленного предприятия. Методы синтеза оптимальных систем теплообмена (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Проверка задания

1. Анализ энергоиспользования в теплоэнергетических и теплотехнологических системах (Индивидуальный проект)
2. Методы синтеза энерготехнологических систем и комплексов. Решение задач синтеза (Индивидуальный проект)
3. Определение эффективности полученных результатов (Индивидуальный проект)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Тепловые схемы и оборудование энергоэффективных систем теплоснабжения. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальностям 140104 "Промышленная теплоэнергетика" и 140106 "Энергообеспечение предприятий" / Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. А. Я. Шелгинский, А. Л. Ефимов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 232 с. - ISBN 978-5-383-00279-7 .;
2. Шелгинский, А. Я. Применение метода температурного соответствия тепловых потоков для разработки оптимальных систем теплообмена : учебное пособие по курсу "Энерготехнологические комплексы промышленных предприятий" / А. Я. Шелгинский, А. С. Маленков, Ю. В. Яворовский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 40 с. - ISBN 978-5-7046-1877-5 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9519;
3. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : Учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов . – 6-е изд., перераб . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 472 с. - ISBN 5-7046-0287-8 : 90.00 .;

4. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник : в 4 кн. / Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 4-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . - ISBN 978-5-383-00015-1 .
Кн.4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов, и др. ; Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 2007 . – 632 с. - ISBN 978-5-383-00019-9 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4276;

5. Соколов Е. Я.- "Теплофикация и тепловые сети", (9-е изд., стереот.), Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2009 - (472 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72299.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Acrobat Reader;
6. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей);
7. 7-zip.

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://elibr.mpei.ru/login.php>

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 лабораторных занятий	С-103/2, Учебная лаборатория кафедры ПТС	рабочее место сотрудника, стеллаж, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, доска меловая, лабораторный стенд, оборудование специализированное, техническая аппаратура, кондиционер, инвентарь специализированный
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, 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-208, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ПТС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, доска маркерная, компьютер персональный, 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

Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Энерготехнологические системы и комплексы промышленного предприятия. Методы синтеза оптимальных систем теплообмена (Индивидуальный проект)
- КМ-2 Анализ энергоиспользования в теплоэнергетических и теплотехнологических системах (Индивидуальный проект)
- КМ-3 Методы синтеза энерготехнологических систем и комплексов. Решение задач синтеза (Индивидуальный проект)
- КМ-4 Определение эффективности полученных результатов (Индивидуальный проект)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Энерготехнологические системы и комплексы промышленного предприятия. Методы синтеза оптимальных систем теплообмена					
1.1	Общие сведения об энерготехнологических системах и комплексах. Методы синтеза.		+	+		
2	Анализ энергоиспользования в теплоэнергетических и теплотехнологических системах					
2.1	Способы анализа и определение характеристик ЭТКПП				+	+
3	Методы синтеза энерготехнологических систем и комплексов. Решение задач синтеза					
3.1	Задачи и применение синтеза систем и комплексов				+	+
Вес КМ, %:			20	20	40	20