

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
ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 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	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2021

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	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

(подпись)

Ю.В.
Яворовский

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

Ю.В.
Яворовский

(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-3 Способен участвовать в эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ	ИД-1ПК-3 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 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 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	1	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> [1], стр. 75-120 [2], стр. 17-35 [3], стр.4-9 [4], стр. 11-32 [5], стр. 232-256</p> <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> [2], стр. 96-101 [3], стр. 28-37 [4], стр. 32-37</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Модернизация энерготехнологической системы рассматриваемого производства</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение методов синтеза</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	-	
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> [2], стр. 170-181 [4], стр. 381-453
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	32	2	-	-	0.5	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. Определение теоретически максимально возможного количества теплоты при теплопереносе от горячих потоков к холодным;
4. Синтез системы теплообмена между горячими и холодными потоками по близким тепловым эквивалентам. Определение коэффициента полезного использования располагаемой теплоты (КПИ);

5. Составление материальных и тепловых балансов в производстве аммофоса;
6. 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;
7. Составление материальных и тепловых балансов в производстве экстракционной фосфорной кислоты;
8. 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;
9. Составление материальных и тепловых балансов в производстве серной кислоты;
10. Анализ эффективности использования энергоносителей в производстве серной кислоты. Определение КПИ системы;
11. Синтез новой теплотехнологической системы производства серной кислоты. Техничко-экономический анализ эффективности использования ТЭР;
12. Анализ количества и качества тепловых ВЭР рассматриваемых производств. Определение потребностей ТЭСИ в энергоносителях;
13. Синтез нового ЭТКПИ на основе рационального использования ВЭР технологий. Определение технико-экономических показателей разработанного ЭТКПИ.

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-3	+			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-3		+	+	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

1 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 №1)

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 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. 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;

2. 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 .;

3. 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;

4. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов . – 9-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00337-4 .
[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5312;](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5312)
5. 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 ..

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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

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-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-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

Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий

(название дисциплины)

1 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