

**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.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
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 - 77,5 часа;
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 2023**

**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 4 зачетных единицы, 144 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	Энерготехнологические системы и комплексы промышленного предприятия. Методы синтеза оптимальных систем теплообмена	16	1	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Выполнение индивидуального задания</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение методов синтеза систем теплообмена.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 17-35 [2], стр. 4-9 [3], стр. 11-32 [4], стр. 232-256 [5], стр. 75-120</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Составить тепловой баланс рассматриваемого производства</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Методы составления тепловых балансов</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 96-101 [2], стр. 28-37 [3], стр. 32-37</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Модернизация энерготехнологической системы рассматриваемого производства</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение методов синтеза</p>
1.1	Общие сведения об энерготехнологических системах и комплексах. Методы синтеза.	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
2	Анализ энергоиспользования в теплоэнергетических и теплотехнологических системах	42		12	-	12	-	-	-	-	-	18	-	
2.1	Способы анализа и определение характеристик ЭТКПП	42		12	-	12	-	-	-	-	-	18	-	
3	Методы синтеза энерготехнологических систем и комплексов. Решение задач синтеза	50		16	-	16	-	-	-	-	-	18	-	

3.1	Задачи и применение синтеза систем и комплексов	50		16	-	16	-	-	-	-	-	18	-	теплоэнерготехнологических систем <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 170-181 [3], стр. 381-453
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	-	32	2	-	-	0.5	77.5			

**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 теплоносителей. 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. Изучение эвристических методов синтеза оптимальных систем теплообмена. Определение располагаемых тепловых потоков холодных и горячих теплоносителей;
2. Определение теоретически максимально возможного количества теплоты при теплопереносе от горячих потоков к холодным;
3. Синтез системы теплообмена между горячими и холодными потоками по близким тепловым эквивалентам. Определение коэффициента полезного использования располагаемой теплоты (КПИ);
4. Составление материальных и тепловых балансов в производстве аммофоса;

5. 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;
6. Составление материальных и тепловых балансов в производстве экстракционной фосфорной кислоты;
7. 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;
8. Составление материальных и тепловых балансов в производстве серной кислоты;
9. Анализ эффективности использования энергоносителей в производстве серной кислоты. Определение КПИ системы;
10. Синтез новой теплотехнологической системы производства серной кислоты. Техничко-экономический анализ эффективности использования ТЭР;
11. Анализ количества и качества тепловых ВЭР рассматриваемых производств. Определение потребностей ТЭСПП в энергоносителях;
12. Распределение индивидуальных заданий по анализу и синтезу оптимальных систем теплообмена. Разработка плана и алгоритма выполнения индивидуального задания;
13. Синтез нового ЭТКПП на основе рационального использования ВЭР технологий. Определение технико-экономических показателей разработанного ЭТКПП.

### 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	
<b>Знать:</b>					
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
<b>Уметь:</b>					
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. 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](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 . – 9-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00337-4 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5312](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5312);

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 .;

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](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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

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

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
	отсутствует	

## 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