

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: Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ
ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10.04.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	не предусмотрено учебным планом
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 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	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9

(подпись)

И.И. Ланская

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

(подпись)

Н.В. Кулешов

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Научиться решать типовые задачи, возникающие при оценке состояния и проектировании энергетических объектов с использованием методов системного анализа

Задачи дисциплины

- Изучение методов анализа эффективности энергетических объектов и систем энергообеспечения и причины проблемных ситуаций, возникающих при их функционировании;
- Овладение навыками выявления приоритетов при проектировании систем энергообеспечения и выбора критериев оценки их качества;
- Овладение навыками обоснования конкретных решений при выборе систем энергоснабжения промышленных и социальных объектов на основе поиска их оптимальных параметров при наличии качественных критериев и с учетом неопределенностей.

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-1 Способен выполнять разработку и модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники с учетом современных проблем теплоэнергетики, экологической безопасности и с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	ИД-1 _{ПК-1} Выполняет анализ современных проблем теплоэнергетики и теплотехники	знать: - Методы анализа эффективности энергетических объектов и систем энергообеспечения и причины проблемных ситуаций, возникающих при функционировании таких объектов. уметь: - Выявлять приоритеты при проектировании энергетических объектов и систем энергоснабжения и выбирать критерии оценки их качества; - Обосновывать и принимать конкретные решения при проектировании систем энергоснабжения промышленных и социальных объектов на основе поиска оптимальных параметров проектируемых систем при наличии качественных критериев и с учетом неопределенностей различных видов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основные конструкции теплообменного оборудования и протекающие в них процессы
- знать Методы и критерии в энергетическом оборудовании

- знать Основные положения и методы теории принятия решений
- уметь Проводить анализ социально-технических систем

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	Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции	31	2	-	-	14	-	-	-	-	-	17	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 98-121 [2], стр. 4-15 [4], стр. 67-96</p>	
1.1	Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции	31		-	-	14	-	-	-	-	-	17	-		
2	Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки	18		-	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 53-92 [2], стр. 25-36 [3], стр. 182-196</p>
2.1	Выявление приоритетов при проектировании энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки	18		-	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	

3	Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов	22.7	-	-	10	-	-	-	-	-	12.7	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 146-184 [2], стр. 36-41
3.1	Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов	22.7	-	-	10	-	-	-	-	-	12.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	72.0	-	-	32	-	-	-	-	0.3	39.7	-	
	Итого за семестр	72.0	-	-	32	-	-	-	-	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. Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции

1.1. Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции

Комплексная оценка энергетической эффективности потребителя энергетических ресурсов и прогноз результатов их внедрения или реконструкции на основании общих моделей систем. Оценка экологической, финансовой эффективности и надежности проектируемой системы. Необходимость применения нескольких критериев для комплексной оценки эффективности. Формирование моделей входного и выходного взаимодействия системы и среды. Анализ обратных связей в системах и построение когнитивных карт для прогноза развития ситуации при реконструкции существующих и внедрении новых энергетических объектов и систем энергообеспечения. Оценка вероятности исходов на основе дерева решений..

2. Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки

2.1. Выявление приоритетов при проектировании энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки

Основные показатели качества энергетических объектов. Противоречия в показателях качества, их примеры. Показатели качества при стохастической неопределенности. Показатели качества при расплывчатой неопределенности. Расстановка приоритетов для показателей качества энергетического оборудования методом попарного сравнения Т.Саати. Получение численных значений весовых коэффициентов для показателей качества. Расстановка приоритетов на примере автономной когенерационной энергетической установки относящейся к малой энергетике. Расстановка приоритетов при разнородных показателях качества. Модифицированный метод анализа иерархий для учета неопределенностей. Математическая проверка корректности выбора весовых коэффициентов на устойчивость. Расстановка приоритетов в задачах личностного роста на основе двухуровневой модели «ресурсы-виды деятельности». Принцип двойного максимума..

3. Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов

3.1. Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов

Методы формирования целевых функций. Пример формирования целевой функции методом максимального приближения к желаемому результату. Решение задач оптимизации на основе различных математических методов (пассивный поиск, покоординатный поиск, градиентный спуск и др.). Решение задач оптимизации при сложных ограничениях, накладываемых на аргументы и целевую функцию. Оптимизация теплообменного оборудования на примере кожухотрубного теплообменного аппарата и теплообменника с оребрением. Формирование целевой функции, выбор и нахождения оптимальных параметров для различных практических задач. Оптимизация параметров для выбора оборудования систем кондиционирования с учетом неопределенностей погодных условий. Пример решения задачи оптимизации для прямого и косвенного - фрикулинга в системах кондиционирования центров обработки данных..

3.3. Темы практических занятий

1. Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов;
2. Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки;
3. Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов"

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:					
Методы анализа эффективности энергетических объектов и систем энергообеспечения и причины проблемных ситуаций, возникающих при функционировании таких объектов	ИД-1пк-1	+			Проверочная работа/Прогноз результатов внедрения и реконструкции энергетических объектов.
Уметь:					
Обосновывать и принимать конкретные решения при проектировании систем энергоснабжения промышленных и социальных объектов на основе поиска оптимальных параметров проектируемых систем при наличии качественных критериев и с учетом неопределенностей различных видов	ИД-1пк-1	+		+	Контрольная работа/Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов. Проверочная работа/Прогноз результатов внедрения и реконструкции энергетических объектов.
Выявлять приоритеты при проектировании энергетических объектов и систем энергоснабжения и выбирать критерии оценки их качества	ИД-1пк-1		+		Контрольная работа/Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов формирование критериев их оценки

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: Письменная работа

1. Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов. (Контрольная работа)
2. Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов формирование критериев их оценки (Контрольная работа)
3. Прогноз результатов внедрения и реконструкции энергетических объектов. (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

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. Микони С. В.- "Теория принятия управленческих решений", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (448 с.)
<https://e.lanbook.com/book/168845>;
2. Горяев, А. Б. Практическое применение инструментов системного анализа : учебное пособие по курсу "Основы системного анализа" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. Б. Горяев, А. Ю. Маскинская, Е. В. Цепляева ; ред. А. Б. Горяев ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-1796-9 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9683;
3. Саати, Т. Л. Принятие решений:Метод анализа иерархий : пер. с англ. / Т. Л. Саати ; Переводчик Р. Г. Вачнадзе . – М. : Радио и связь, 1993 . – 314 с. - ISBN 5-256-00443-3 : 340.00 ;
4. Перегудов, Ф. И. Введение в системный анализ : учебное пособие для вузов / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко . – М. : Высшая школа, 1989 . – 367 с. - ISBN 5-06-001569-6 ..

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.

5.3 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. База данных ВИНИТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
16. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
17. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
18. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
19. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
20. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
21. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
22. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>
23. Информιο - <https://www.informio.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-408, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-408, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
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-104-5, Преподавательская	стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в

	каф. "ТМПУ"	Интернет, компьютер персональный, документы, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-02, Архив	стеллаж для хранения книг, стол для работы с документами, стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Использование методов системного анализа при проектировании энергетических объектов

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Прогноз результатов внедрения и реконструкции энергетических объектов. (Проверочная работа)
- КМ-2 Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов формирование критериев их оценки (Контрольная работа)
- КМ-3 Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов. (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	7	11	15
1	Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции				
1.1	Методы анализа эффективности систем энергоснабжения и прогноз результатов их проектирования и реконструкции		+		+
2	Выявление приоритетов при проектировании и энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки				
2.1	Выявление приоритетов при проектировании энергетических объектов и систем энергообеспечения и формирование критериев их оценки			+	
3	Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов				
3.1	Выбор вариантов и оптимизация параметров и структуры энергетических объектов при наличии разнородных критериев и неопределенностей различных видов		+		+
Вес КМ, %:			40	30	30