

**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**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.10.06.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 39,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> <b>Решение задач</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	1 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курзанов С.Ю.
	Идентификатор	R76dcd884-KurzanovSY-80905103

С.Ю. Курзанов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

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

И.И. Ланская

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

Н.В. Кулешов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении способов моделирования теплоэнергетических и технологических процессов на основе объектно-ориентированного программирования для автоматизации инженерных расчетов с использованием свободно распространяемого программного обеспечения.

### Задачи дисциплины

- Ц-1. получить информацию о принципах объектно-ориентированного программирования на основе языка Python. выработать навыки структурирования исходных данных для конкретных климатических условий;

- Ц-2. научиться представлять в виде экземпляров объектов использующих автоматическую подстановку данных в объектно-ориентированный расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции;

- Ц-3. познакомиться с принципами представления сложной геометрической формы здания, конструкции, сооружения в виде структурированного кода;

- Ц-4. понять, как вырабатываются технико-экономические критерии и сбор данных для расчета, заданных критериев; научиться анализировать и исследовать влияние исходных данных на технико-экономические критерии; научиться графически представлять результаты.

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
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Определяет последовательность решения задач	знать: - З-4. как обеспечить структурированных сбор результирующих данных с групп объектов с целью расчета различных технико-экономический показателей.; - З-1. основные подходы для представления инженерного расчета в виде программного кода; как структурировать исходные данные, как происходит обращение к данным.  уметь: - У-4. производить обращение к функциям объектом программного кода для получения результатов расчета технико-экономических показателей; анализировать и представлять результаты в графическом виде; - У-1. производить обобщение исходных данных с построением структуры алгоритма в виде объекта.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Проводит анализ полученных результатов	знать: - З-3. как производится разграничение конструкций здания, как теплоэнергетической системы, на составляющие геометрические формы и зоны ограждающих конструкций, для представления в виде

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		параметризованных экземпляров объекта; - З-2. основные принципы взаимодействия объектов друг с другом; принцип передачи параметров по архитектуре расчета.  уметь: - У-3. создавать экземпляры объектов, описывающих различные части и зоны ограждающих конструкций здания, сооружений; - У-2. создавать экземпляры объектов с структурированным заданием уникальных свойств и параметров, описывающих такие свойства как тип ограждающих конструкций, ориентир по сторонам света и т.п..

## 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.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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	Раздел 1. Объектно-ориентированное программирование. Систематизация данных. Функциональное представление.	17.7	1	-	-	8	-	-	-	-	-	9.7	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Объектно-ориентированное программирование. Систематизация данных. Функциональное представление"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задание ориентировано на получение из источников и ввод исходных данных для климатических условий и параметров материалов. Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. Провести расчеты по варианту задания и сделать выводы</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 76, 225-227, 229-230, 394</p>
1.1	Т-1. Понятие автоматизации инженерных расчетов. Объектно-ориентированное программирование. Основы программирования на языке Python.	17.7		-	-	8	-	-	-	-	-	9.7	-	
2	Раздел 2. Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции. Представление расчета в виде классов.	18		-	-	8	-	-	-	-	-	10	-	
2.1	Т-2. Представление инженерных расчетов в виде функций. Работа с классами и создание	18	-	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции. Представление расчета в виде классов"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задание ориентировано на получение из источников и ввод исходных данных для параметров всех материалов задания и произведения расчета тепловых потерь одной ограждающей конструкции. Студенты необходимо повторить теоретический</p>	

	интерактивных документов. Создание представителей классов со свойствами материалов.												материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. Провести расчеты по варианту задания и сделать выводы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 4-12 [3], стр. 238, 248-249
3	Раздел 3. Задание геометрии здания. Структурирование класса для расчета тепловых потерь через все ограждающие конструкции. Расчет критериев оценки, графическое представление.	18	-	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Задание геометрии здания. Структурирование класса для расчета тепловых потерь через все ограждающие конструкции. Расчет критериев оценки, графическое представление" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задание ориентировано на расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции здания за счет теплопередачи и инфильтрации.
3.1	Т-3. Создание и использование классов, рассчитывающих тепловые потери через ограждающие конструкции за счет теплопроводности и инфильтрации.	18	-	-	8	-	-	-	-	-	10	-	Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. Провести расчеты по варианту задания и сделать выводы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 23-35 [2], стр. 24-31 [3], стр. 51-53, 290-292
4	Раздел 4. Техно-экономический расчет здания, сооружения, конструкции. Математический эксперимент.	18	-	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Техно-экономический расчет здания, сооружения, конструкции. Математический эксперимент" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задание ориентировано на расчёт технико-экономических показателей; исследование влияния параметров на технико-экономические показатели и графического представления результатов. Студенты необходимо повторить теоретический
4.1	Т-4. Расчет технико-экономических показателей. Математический эксперимент.	18	-	-	8	-	-	-	-	-	10	-	

													материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. Провести расчеты по варианту задания и сделать выводы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 33-41 [3], стр. 139, 149
	Зачет	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. Раздел 1. Объектно-ориентированное программирование. Систематизация данных. Функциональное представление.

1.1. Т-1. Понятие автоматизации инженерных расчетов. Объектно-ориентированное программирование. Основы программирования на языке Python.

С-1. Понятие автоматизации инженерных расчетов. Задачи и цели автоматизированных расчетов. Постановка задачи автоматизированного расчета тепловых потерь зданий сооружений. Оценочное моделирование. Объектно-ориентированное программирование. Создание переменных и уравнений, вывод результатов расчета. Создание простейших функций. Работа с библиотеками функций. Описание простейшей логики. Работа с циклами. Типы представления переменных и параметров..

#### 2. Раздел 2. Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции. Представление расчета в виде классов.

2.1. Т-2. Представление инженерных расчетов в виде функций. Работа с классами и создание интерактивных документаций. Создание представителей классов со свойствами материалов.

С-2. Представление инженерных расчетов в виде функций. Представление формул: тепловой инерционности, расчетной температуры наружного воздуха, сопротивление теплопередачи в виде функции программного кода. Создание классов, конструкторов классов и представителей классов. Создание интерактивной документации описывающей структуру класса и назначение методов. Работа с документацией и методами классов стандартных библиотек. Структурирование исходных данных, описывающих свойства материалов ограждающих конструкций..

#### 3. Раздел 3. Задание геометрии здания. Структурирование класса для расчета тепловых потерь через все ограждающие конструкции. Расчет критериев оценки, графическое представление.

3.1. Т-3. Создание и использование классов, рассчитывающих тепловые потери через ограждающие конструкции за счет теплопроводности и инфильтрации.

С-3. Создание классов, рассчитывающих тепловые потери за счет теплопроводности и инфильтрации через боковые ограждения и перекрытия с учетом сводов правил, принятых в Российской Федерации. Расчет площадей, образуемых отсечением по уровням ниже, которых не будет осуществляться инфильтрация. Функции рекурсивного расчета площадных зон пола. Создание объектно-ориентированного расчета. Параметризация геометрии ограждающих конструкций..

#### 4. Раздел 4. Технико-экономический расчет здания, сооружения, конструкции. Математический эксперимент.

4.1. Т-4. Расчет технико-экономических показателей. Математический эксперимент.

С-4. Расчет технико-экономических показателей. Вывод и обобщение результатов работы на основе массивов и словарей. Проведение математического исследования и эксперимента. Построение графических зависимостей и анализ результатов..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. КМ-1. Разработка структуры исходных данных для конкретных климатических условий. Создание объектов хранящих базу данных с параметрами и свойствами



материалов;

2. КМ-4. Расчет технико-экономических критериев. Графическое представление результатов и анализ.;

3. КМ-2. Представление в структурированном виде экземпляров классов для расчета параметров всех материалов задания и для расчета тепловых потерь одной из ограждающих конструкции здания.;

4. КМ-3. Представление сложной геометрической формы здания, конструкции, сооружения в виде структурированного кода..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 1. Объектно-ориентированное программирование. Систематизация данных. Функциональное представление."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 2. Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции. Представление расчета в виде классов."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 3. Задание геометрии здания. Структурирование класса для расчета тепловых потерь через все ограждающие конструкции. Расчет критериев оценки, графическое представление."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Раздел 4. Технико-экономический расчет здания, сооружения, конструкции. Математический эксперимент."

### **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	
<b>Знать:</b>						
3-1. основные подходы для представления инженерного расчета в виде программного кода; как структурировать исходные данные, как происходит обращение к данным	ИД-2ОПК-1	+				Решение задач/Индивидуальное задание №1
3-4. как обеспечить структурированных сбор результирующих данных с групп объектов с целью расчета различных технико-экономический показателей.	ИД-2ОПК-1				+	Решение задач/Индивидуальное задание №4
3-2. основные принципы взаимодействия объектов друг с другом; принцип передачи параметров по архитектуре расчета	ИД-2ОПК-2		+			Решение задач/Индивидуальное задание №2
3-3. как производится разграничение конструкций здания, как теплоэнергетической системы, на составляющие геометрические формы и зоны ограждающих конструкций, для представления в виде параметризованных экземпляров объекта	ИД-2ОПК-2			+		Решение задач/Индивидуальное задание №3
<b>Уметь:</b>						
У-1. производить обобщение исходных данных с построением структуры алгоритма в виде объекта	ИД-2ОПК-1	+				Решение задач/Индивидуальное задание №1
У-4. производить обращение к функциям объектом программного кода для получения результатов расчета технико-экономических показателей; анализировать и представлять результаты в графическом виде	ИД-2ОПК-1				+	Решение задач/Индивидуальное задание №4
У-2. создавать экземпляры объектов с структурированным заданием уникальных свойств и параметров, описывающих такие свойства как тип ограждающих конструкций, ориентир по сторонам света и т.п.	ИД-2ОПК-2		+			Решение задач/Индивидуальное задание №2
У-3. создавать экземпляры объектов, описывающих различные части и зоны ограждающих конструкций здания, сооружений	ИД-2ОПК-2			+		Решение задач/Индивидуальное задание

						задание №3
--	--	--	--	--	--	------------

## **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. Индивидуальное задание №1 (Решение задач)
2. Индивидуальное задание №2 (Решение задач)
3. Индивидуальное задание №3 (Решение задач)
4. Индивидуальное задание №4 (Решение задач)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет (Семестр №1)*

Оценка выставляется согласно системе расчета БАРС на основе семестровой составляющей и зачетной составляющей

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. Борисов, Б. Г. Отопление промышленных предприятий: Текст лекций по курсу "Энергетические системы обеспечения жизнедеятельности" / Б. Г. Борисов, К. Б. Борисов ; Ред. В. Н. Папушкин ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1997 . – 68 с. - ISBN 5-7046-0286-X : 4.00 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=89>;

2. Шелгинский, А. Я. Системы отопления жилых, общественных и производственных зданий : учебное пособие по курсам "Энергетические системы обеспечения жизнедеятельности", "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" по направлению "Теплоэнергетика" / А. Я. Шелгинский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 116 с. - ISBN 978-5-383-00684-9 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4060>;

3. Бизли Д., Джонс Б. К.- "Python. Книга рецептов", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2019 - (646 с.)

<https://e.lanbook.com/book/131723>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Python.

### 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. 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 практических занятий, КР и КП	К-526, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	К-526, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	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

## Автоматизация инженерных расчетов

(название дисциплины)

## 1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Индивидуальное задание №1 (Решение задач)

КМ-2 Индивидуальное задание №2 (Решение задач)

КМ-3 Индивидуальное задание №3 (Решение задач)

КМ-4 Индивидуальное задание №4 (Решение задач)

Вид промежуточной аттестации – Зачет.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Раздел 1. Объектно-ориентированное программирование. Систематизация данных. Функциональное представление.					
1.1	Т-1. Понятие автоматизации инженерных расчетов. Объектно-ориентированное программирование. Основы программирования на языке Python.		+			
2	Раздел 2. Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции. Представление расчета в виде классов.					
2.1	Т-2. Представление инженерных расчетов в виде функций. Работа с классами и создание интерактивных документаций. Создание представителей классов со свойствами материалов.			+		
3	Раздел 3. Задание геометрии здания. Структурирование класса для расчета тепловых потерь через все ограждающие конструкции. Расчет критериев оценки, графическое представление.					
3.1	Т-3. Создание и использование классов, рассчитывающих тепловые потери через ограждающие конструкции за счет теплопроводности и инфильтрации.				+	
4	Раздел 4. Техничко-экономический расчет здания, сооружения, конструкции. Математический эксперимент.					
4.1	Т-4. Расчет технико-экономических показателей. Математический эксперимент.					+
Вес КМ, %:			20	20	30	30