

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровые двойники технических систем

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.08.07</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 51,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров И.И.
	Идентификатор	R2514074e-KomarovII-5b1c67c1

И.И. Комаров

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

В.О. Киндра

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ разработки интерактивных электронных технических руководств для информационного обеспечения и поддержки принятия решений технического и административного персонала объектов энергетики и промышленности

### Задачи дисциплины

- изучение объектно-ориентированного подхода при разработке программного обеспечения;
- освоение инструментов и сред для разработки программного обеспечения;
- изучение подходов к разработке модульных интерактивных приложений;
- изучение принципов разработки пользовательских интерфейсов;
- изучение принципов работы клиент-серверных приложений.

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-2 Способен участвовать в разработке цифровых двойников технических систем	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Принимает участие в разработке цифровых двойников технических систем на стадии проектирования	знать: - принципы осуществления и оптимизации визуализации в программных продуктах CAD 3D-моделей оборудования.  уметь: - создавать прототипы ИЭТР, включающие клиент-серверное взаимодействие.
ПК-2 Способен участвовать в разработке цифровых двойников технических систем	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Принимает участие в разработке и внедрении цифровых двойников технических систем на стадии эксплуатации	знать: - основы объектно-ориентированного подхода к созданию программного обеспечения.  уметь: - проектировать и реализовывать структуру пользовательских интерфейсов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровые двойники технических систем (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 3 зачетных единицы, 108 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	Основы объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов	26	8	8	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основы объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основы объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 18-61 [5], 136-159 [6], 7-33</p>
1.1	Работа с данными	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Классы	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Объектно-ориентированный подход	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
2	Работа с CAD 3D-моделями	16		6	-	6	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Работа с</p>

	оборудования при создании интерактивных приложений												CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Работа с CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях	
2.1	Использование CAD 3D-моделей в интерактивных приложениях	10	4	-	4	-	-	-	-	-	-	2	-	CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
2.2	Критерии и методы	6	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Работа с CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 15-45, 89-114 [3], 168-202
3	Разработка статических и динамических интерфейсов для электронных руководств	28	8	-	8	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Разработка статических и динамических интерфейсов для электронных руководств" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Элементы пользовательских интерфейсов	12	4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка статических и динамических интерфейсов для электронных руководств"
3.2	Работа с событиями	8	2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	"Разработка статических и динамических интерфейсов для электронных руководств"
3.3	Разработка динамически изменяемых интерфейсов	8	2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 112-138 [4], 156-200
4	Разработка клиент-серверного взаимодействия для разделения функций обработки и представления информации	20	6	-	6	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка клиент-серверного взаимодействия для разделения функций обработки и представления информации" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>

4.1	Основы разработки серверных приложений	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	Повторение материала по разделу "Разработка клиент-серверного взаимодействия для разделения функций обработки и представления информации" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Разработка клиент-серверного взаимодействия для разделения функций обработки и представления информации" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 177-199, 199-218 [6], 124-163
4.2	Основы разработки клиентских приложений	8	2	-	2	-	-	-	-	4	-		
4.3	Форматы и способы передачи данных	6	2	-	2	-	-	-	-	2	-		
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7		
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>34</b>	<b>17.7</b>		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>51.7</b>			

**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. Основы объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов

#### 1.1. Работа с данными

Работа с данными: типы данных, массивы и списки.

#### 1.2. Классы

Классы: поля, свойства и методы.

#### 1.3. Объектно-ориентированный подход

Объектно-ориентированный подход: абстракция, полиморфизм и наследование при построении логики работы программного обеспечения.

### 2. Работа с CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений

#### 2.1. Использование CAD 3D-моделей в интерактивных приложениях

Использование CAD 3D-моделей в интерактивных приложениях: понятие полигона, материала, шейдера.

#### 2.2. Критерии и методы

Критерии и методы оптимизации CAD 3D-моделей.

### 3. Разработка статических и динамических интерфейсов для электронных руководств

#### 3.1. Элементы пользовательских интерфейсов

Элементы пользовательских интерфейсов.

#### 3.2. Работа с событиями

Работа с событиями.

#### 3.3. Разработка динамически изменяемых интерфейсов

Разработка динамически изменяемых интерфейсов.

### 4. Разработка клиент-серверного взаимодействия для разделения функций обработки и представления информации

#### 4.1. Основы разработки серверных приложений

Основы разработки серверных приложений для обработки данных.

#### 4.2. Основы разработки клиентских приложений

Основы разработки клиентских приложений.

#### 4.3. Форматы и способы передачи данных

Форматы и способы передачи данных между клиентом и сервером.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Изучение основ объектно-ориентированного языка C#;

2. Реализация взаимодействия между программными модулями, клиентской и серверной частью;

3. Реализация динамического пользовательского интерфейса для интерактивного электронного технического руководства;
4. Изучение принципов построения пользовательских интерфейсов, проектирование структуры интерфейса;
5. Работа с CAD 3D моделями внутри Unity 3D, визуализация и оптимизация моделей;
6. Освоение Unity 3D, создание, наполнение и базовая настройка «сцены»;
7. Проектирование и реализация структуры программного обеспечения;
8. Реализация математической модели объекта на базе серверного Python приложения.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Работа с CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка статических и динамических интерфейсов для электронных руководств"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка клиент-серверного взаимодействия для разделения функций обработки и представления информации"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов"

### **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>						
принципы осуществления и оптимизации визуализации в программных продуктах CAD 3D-моделей оборудования	ИД-1ПК-2		+			Тестирование/Оптимизация работы с CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений
основы объектно-ориентированного подхода к созданию программного обеспечения	ИД-2ПК-2	+				Тестирование/Объектно-ориентированное программирование
<b>Уметь:</b>						
создавать прототипы ИЭТР, включающие клиент-серверное взаимодействие	ИД-1ПК-2				+	Контрольная работа/Разработка модульных интерактивных приложений
проектировать и реализовывать структуру пользовательских интерфейсов	ИД-2ПК-2			+		Контрольная работа/Проектирование пользовательского интерфейса

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Проектирование пользовательского интерфейса (Контрольная работа)
2. Разработка модульных интерактивных приложений (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Объектно-ориентированное программирование (Тестирование)
2. Оптимизация работы с CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Биллиг, В. А. Основы объектного программирования на С# (С# 3.0, Visual Studio 2008) : учебное пособие / В. А. Биллиг . – М. : Интернет-Ун-т информ. технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 . – 582 с. – (Основы информационных технологий) . - ISBN 978-5-9963-0259-8 .;
2. Тюкачев, Н. А. С#. Программирование 2D и 3D векторной графики : учебное пособие / Н. А. Тюкачев, В. Г. Хлебостроев . – 4-е изд., стер . – Санкт-Петербург : Лань, 2020 . – 320 с. + 1 CD-ROM . – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-4754-1 .;
3. Шамин Р. В.- "Современные численные методы в объектно-ориентированном изложении на С#", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (282 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/100496>;
4. Торн А.- "Искусство создания сценариев в Unity", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2016 - (360 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=82812](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=82812);
5. Торн А.- "Основы анимации в Unity", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2016 - (176 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=73075](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73075);
6. Р. А. Сузи- "Язык программирования Python", (2-е изд., испр.), Издательство: "Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний", Москва, 2007 - (327 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233288>.

## 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. Visual Studio;
5. Python;
6. Unity 3D.

## 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/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - [Http://proinfosoft.ru; http://docs.cntd.ru/](Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/)
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	
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	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Технологии дополненной реальности

(название дисциплины)

## 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

KM-1 Объектно-ориентированное программирование (Тестирование)

KM-2 Оптимизация работы с CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений (Тестирование)

KM-3 Проектирование пользовательского интерфейса (Контрольная работа)

KM-4 Разработка модульных интерактивных приложений (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс KM:	KM-1	KM-2	KM-3	KM-4
		Неделя KM:	4	8	12	16
1	Основы объектно-ориентированного подхода при разработке программных продуктов					
1.1	Работа с данными		+			
1.2	Классы		+			
1.3	Объектно-ориентированный подход		+			
2	Работа с CAD 3D-моделями оборудования при создании интерактивных приложений					
2.1	Использование CAD 3D-моделей в интерактивных приложениях			+		
2.2	Критерии и методы			+		
3	Разработка статических и динамических интерфейсов для электронных руководств					
3.1	Элементы пользовательских интерфейсов				+	
3.2	Работа с событиями				+	
3.3	Разработка динамически изменяемых интерфейсов				+	
4	Разработка клиент-серверного взаимодействия для разделения функций обработки и представления информации					
4.1	Основы разработки серверных приложений					+
4.2	Основы разработки клиентских приложений					+

4.3	Форматы и способы передачи данных				+	
		Вес КМ, %:	10	20	30	40