

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.04.03 Прикладная информатика

Наименование образовательной программы: Прикладная информатика в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ**

<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.03
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	2 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 93,5 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> Контрольная работа Дискуссия Индивидуальный проект	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	2 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гашо Е.Г.
	Идентификатор	R913da1fa-GashoYG-eb0efe14

Е.Г. Гашо


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А. Щербатов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

Ю.В.  
Яворовский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** познакомить студентов с современными инструментами, процессами и технологиями моделирования бизнес-процессов в энергетике. В рамках курса необходимые навыки будут закреплены в пакете имитационного моделирования Anylogic. Также важным является знакомство студентов с приемами моделирования на основе агентного, дискретно-событийного и системно динамического подходов, а также многоподходного имитационного моделирования.

### Задачи дисциплины

- Освоение принципов, стандартов технологии имитационного моделирования бизнес-процессов;
- Освоение этапов исследования систем с помощью моделирования, включая сбор данных и определение модели;
- Освоение методов верификации, валидации, проверки на адекватность и планирования экспериментов;
- Освоение агентного, дискретно-событийного и системно динамического подходов.

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 участвовать в проектировании информационных систем для предприятий энергетики	ИД-3ПК-1 Разрабатывает модели бизнес-процессов предприятий энергетики	знать: - Основные принципы, технологии, подходы моделирования бизнес-процессов.  уметь: - Разрабатывать планы проведения имитационных экспериментов, анализировать и интерпретировать выходные данные модели; - Использовать на практике современные пакеты для создания многоподходных имитационных моделей, востребованных в российских предприятиях сферы энергетики.
РПК-1 Способен принимать участие в управлении работами по сопровождению и проектами создания (модификации) ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	ИД-2РПК-1 Способен выявлять, собирать, систематизировать, документировать и анализировать требования в рамках управления работами по сопровождению и проектов создания (модификации) ИС	уметь: - Проектировать концептуальные и программные модели, документально оформлять и использовать результаты моделирования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Прикладная информатика в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Системы управления базами данных
- знать Методы математического моделирования
- знать Методы теории принятия решений
- уметь Ставить задачи совершенствования бизнес-процессов для предприятий энергетики
- уметь Решать прикладные задачи на основе имитационных моделей

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	Введение в моделирование бизнес-процессов	16	2	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала по разделу "Введение в моделирование бизнес-процессов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 4-22
1.1	Имитационное моделирование бизнес-процессов	16		2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
2	Многоподходное имитационное моделирование	16		2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала по разделу "Многоподходное имитационное моделирование" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 24-81
2.1	Агентное, дискретно-событийное, системно-динамическое моделирование процессов	16		2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
3	Этапы в исследования систем с помощью моделирования	22		4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала по разделу "Этапы в исследования систем с помощью моделирования" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 19-62
3.1	Этапы в построения имитационных моделей	22		4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	
4	Понятие адекватности, верификации и	16		2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала по разделу

	валидации модели												"Понятие адекватности, верификации и валидации модели"
4.1	Проверка адекватности, верификация и валидация модели	16	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 78-101
5	Выбор входных распределений вероятностей	16	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала по разделу "Выбор входных распределений вероятностей"
5.1	Методы определения распределений	16	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 16-57
6	Планирование компьютерного эксперимента	22	4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала по разделу "Планирование компьютерного эксперимента"
6.1	Планирование имитационного компьютерного эксперимента	22	4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 81-116
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	-	32	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	-	32		2		-	0.5		93.5	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Введение в моделирование бизнес-процессов

#### 1.1. Имитационное моделирование бизнес-процессов

Понятие системы и бизнес-процесса. Способы исследования систем. Классификация моделей систем. Понятие об аналитическом и имитационном моделировании. Сферы применения имитационных моделей. Условия применения имитационных моделей..

### 2. Многоподходное имитационное моделирование

#### 2.1. Агентное, дискретно-событийное, системно-динамическое моделирование процессов

Уровни абстракции в имитационном моделировании. Подходы к имитационному моделированию. Дискретно-событийное моделирование, диаграммы процессов. Системная динамика, диаграммы потоков и накопителей. Агентное моделирование, диаграммы состояний. Многоподходное имитационное моделирование..

### 3. Этапы в исследования систем с помощью моделирования

#### 3.1. Этапы в построения имитационных моделей

Механизмы продвижения времени. Логические отношения (поток управления) между компонентами дискретно-событийной имитационной модели. Формулировка задачи и планирование исследования системы. Сбор данных и определение модели. Определение адекватности концептуальной модели. Создание компьютерной программы и ее проверка. Выполнение предварительных прогонов. Проверка соответствия программной модели. Планирование экспериментов. Выполнение рабочих прогонов. Анализ выходных данных. Документальное представление и использование результатов..

### 4. Понятие адекватности, верификации и валидации модели

#### 4.1. Проверка адекватности, верификация и валидация модели

Особенности проверки на адекватность. Рекомендации по определению уровня детализации. Методы верификации моделирующих компьютерных программ (КП). Методы повышения валидации и доверия к модели. Процедуры для сравнения модельных и системных выходных данных..

### 5. Выбор входных распределений вероятностей

#### 5.1. Методы определения распределений

Факторы случайности при использовании имитационных моделей. Методы определения распределений: использование системных входных данных за прошлое время; подбор эмпирического распределения; подбор теоретических распределений. Параметризация непрерывных распределений. Понятия о плотности распределения вероятностей и функции распределения. Непрерывные, дискретные и эмпирические распределения. Методы оценки выборочной независимости. Гипотеза относительно семейства распределений. Эвристические методы: итоговая статистика; гистограммы; сводные квантили и блоковые графики. Оценка параметров распределения. Определение наиболее подходящего распределения: эвристические процедуры, критерии согласия..

### 6. Планирование компьютерного эксперимента

#### 6.1. Планирование имитационного компьютерного эксперимента

Модельный эксперимент. Свойства факторов. Требования к факторам. Свойства объекта исследования. Дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Планирование экспериментов с помощью факторных планов (полный факторный эксперимент и дробный факторный эксперимент). Оптимизирующие эксперименты. Программное обеспечение для установления оптимальных входных факторов..

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

1. Принципы построения дискретных имитационных моделей. Моделирование ситуации с интервьюерами.;
2. Применение имитационных моделей в системах массового обслуживания. Моделирование ситуации с приемом врачей.;
3. Применение имитационных моделей в системах массового обслуживания. Моделирование ситуации с автомастерской.;
4. Применение имитационных моделей в управлении запасами. Моделирование ситуации с производством автомобилей.;
5. Агентная модель потребительского рынка в Anylogic;
6. Модель распространения эпидемии. Системная динамика в Anylogic;
7. Дискретно-событийное моделирование заводского цеха в Anylogic;
8. Пешеходное моделирование в Anylogic (модель аэропорта).

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

### **3.5 Консультации**

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

1. Консультация по разделу "Введение в моделирование бизнес-процессов"
2. Консультация по разделу "Многоподходное имитационное моделирование"
3. Консультация по разделу "Этапы в исследования систем с помощью моделирования"
4. Консультация по разделу "Понятие адекватности, верификации и валидации модели"
5. Консультация по разделу "Выбор входных распределений вероятностей"
6. Консультация по разделу "Планирование компьютерного эксперимента "

### **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	5	6	
<b>Знать:</b>								
Основные принципы, технологии, подходы моделирования бизнес-процессов	ИД-3ПК-1	+	+	+		+	+	Дискуссия/Устный опрос № 1
<b>Уметь:</b>								
Использовать на практике современные пакеты для создания многоподходных имитационных моделей, востребованных в российских предприятиях сферы энергетики	ИД-3ПК-1				+		+	Индивидуальный проект/Контрольная работа № 3
Разрабатывать планы проведения имитационных экспериментов, анализировать и интерпретировать выходные данные модели	ИД-3ПК-1				+			Индивидуальный проект/Контрольная работа № 2
Проектировать концептуальные и программные модели, документально оформлять и использовать результаты моделирования	ИД-2РПК-1						+	Контрольная работа/Контрольная работа № 1

#### **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: Компьютерное задание

1. Контрольная работа № 2 (Индивидуальный проект)
2. Контрольная работа № 3 (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Устный опрос № 1 (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №2)

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. Кириллина Ю. В., Семичастнов И. А.- "Моделирование бизнес-процессов", Издательство: "РТУ МИРЭА", Москва, 2022 - (140 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/256733>;
2. Кутузов О. И.- "Моделирование систем. Методы и модели ускоренной имитации в задачах телекоммуникационных и транспортных сетей", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (132 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/212942>;
3. Боев В. Д.- "Концептуальное проектирование систем в AnyLogic и GPSS World", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (542 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/100626>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux.

##### **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

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-404, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет
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	Г-407, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, 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

## Моделирование бизнес-процессов в энергетике

(название дисциплины)

## 2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)

КМ-2 Устный опрос № 1 (Дискуссия)

КМ-3 Контрольная работа № 2 (Индивидуальный проект)

КМ-4 Контрольная работа № 3 (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	Введение в моделирование бизнес-процессов					
1.1	Имитационное моделирование бизнес-процессов			+		
2	Многоподходное имитационное моделирование					
2.1	Агентное, дискретно-событийное, системно-динамическое моделирование процессов			+		
3	Этапы в исследования систем с помощью моделирования					
3.1	Этапы в построения имитационных моделей			+		
4	Понятие адекватности, верификации и валидации модели					
4.1	Проверка адекватности, верификация и валидация модели				+	+
5	Выбор входных распределений вероятностей					
5.1	Методы определения распределений			+		
6	Планирование компьютерного эксперимента					
6.1	Планирование имитационного компьютерного эксперимента		+	+		+
Вес КМ, %:			25	25	25	25