

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: Облачные вычисления

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.02.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 8 часов;
Практические занятия	3 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 128,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	3 семестр - 1,2 часа;
включая:	
Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Фланден В.С.
	Идентификатор	R5003b6e5-FlandenVS-2145af7f

В.С. Фланден

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петров С.А.
	Идентификатор	R75f078b9-PetrovSA-cc5dcd67

С.А. Петров

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Невский А.Ю.
	Идентификатор	R4bc65573-NevskyAY-0b6e493d

А.Ю. Невский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучить основные методы построения математических моделей для познания реального мира, используя аналитические модели, AnyLogic и Excel.

Задачи дисциплины

- ознакомиться со способами, принципами и подходами к построению математических моделей;
- изучить структуру, классификацию и методы создания системы массового обслуживания (СМО);
- ознакомиться с возможностями и основными функциями имитационного моделирования в системе Excel и AnyLogic.

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-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ИД-1 _{ОПК-4} Изучает новые научные принципы и методы исследований	знать: - способы, принципы и подходы к построению математических модели. уметь: - составлять аналитические модели процессов.
ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ИД-2 _{ОПК-4} Применяет на практике новые научные принципы и методы исследований	знать: - структуру и классификацию СМО. уметь: - привести пример СМО и рассчитать основные характеристики системы.
ОПК-7 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	ИД-1 _{ОПК-7} Применяет логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений	знать: - методы использования в построении моделей нормального, равномерного, экспоненциального распределения. уметь: - использовать основные понятия и правила построения модели с использованием Excel и AnyLogic.
ОПК-7 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области	ИД-2 _{ОПК-7} Способен осуществлять методологическое обоснование научного исследования	знать: - методы и средства моделирования систем массового обслуживания. уметь:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
проектирования и управления информационными системами		- составлять модель системы Excel и AnyLogic.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Облачные вычисления (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, 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 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	Аналитические модели процессов	32.95	3	2	-	0.50	-	0.3	-	0.15	-	30	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], 20-35</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 15-27 [9], 1-22 [10], 31-65</p>
1.1	Понятия процессов и сигналов	16.40		1	-	0.25	-	0.1	-	0.05	-	15	-	
1.2	Понятие случайных процессов	16.55		1	-	0.25	-	0.2	-	0.1	-	15	-	
2	Моделирование систем массового обслуживания	51.25		3.0	-	2.00	-	0.8	-	0.45	-	45	-	
2.1	Понятие дискретной системы	5.90		0.5	-	0.25	-	0.1	-	0.05	-	5	-	
2.2	Теоретические основы построения моделей	6.05		0.5	-	0.25	-	0.2	-	0.1	-	5	-	
2.3	Классификация моделей и методов моделирования	6.05		0.5	-	0.25	-	0.2	-	0.1	-	5	-	
2.4	Особенности моделей одноканальных и многоканальных систем	16.3		0.5	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	15	-	
2.5	Особенности применения аналитических методов для нетиповых структур в СМО	16.95		1	-	0.75	-	0.1	-	0.1	-	15	-	

3	Имитационное моделирование	10.85	1.5	-	0.7 5	-	0.3	-	0.3	-	8	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 25-27 [4], 143-170
3.1	Моделирование одноканальных систем	2.95	0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	2	-	
3.2	Моделирование двухканальных систем	2.95	0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	2	-	
3.3	Моделирование систем с групповым обслуживанием	4.95	0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	4	-	
4	Пакеты имитационного моделирования	12.85	1.5	-	0.7 5	-	0.5	-	0.3	-	9.8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Пакеты имитационного моделирования" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 45-61 [5], 100-140 [6], 745-810 [8], 79-93
4.1	Общие термины и понятия имитационного программирования	2.95	0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	2	-	
4.2	AmyLogic	6.05	0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.1	-	5	-	
4.3	Powersim	3.85	0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.1	-	2.8	-	
	Экзамен	36.1	-	-	-	-	0.1	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.00	8.0	-	4.0 0	-	2.0	-	1.20	0.3	92.8	35.7	
	Итого за семестр	144.00	8.0	-	4.0 0		2.0		1.20	0.3	128.5		

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. Аналитические модели процессов

1.1. Понятия процессов и сигналов

Термины и понятия сигналов. Термины и понятия моделирования детерминированных процессов. Классификация моделей.

1.2. Понятие случайных процессов

Термины и понятия случайных процессов. Термины и понятия моделирования случайных процессов. Классификация моделей.

2. Моделирование систем массового обслуживания

2.1. Понятие дискретной системы

Типы моделей. Задачи, решаемые методами моделирования.

2.2. Теоретические основы построения моделей

Понятие о марковском процессе. Поток событий. Простейший поток событий. Методика расчета схем систем массового обслуживания.

2.3. Классификация моделей и методов моделирования

Системы массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания.

2.4. Особенности моделей одноканальных и многоканальных систем

Одноканальные системы массового обслуживания. Многоканальные системы массового обслуживания.

2.5. Особенности применения аналитических методов для нетиповых структур в СМО

Двухфазная система с отказами. Двухфазная система без потерь.

3. Имитационное моделирование

3.1. Моделирование одноканальных систем

Понятие события в процессе моделирования. Классификация средств имитационного моделирования. Одноканальная система массового обслуживания в Excel.

3.2. Моделирование двухканальных систем

Двухканальная система массового обслуживания в Excel. Пример модели системы массового обслуживания.

3.3. Моделирование систем с групповым обслуживанием

Система с групповым обслуживанием заявок. Пример модели системы массового обслуживания.

4. Пакеты имитационного моделирования

4.1. Общие термины и понятия имитационного программирования

Основные термины, используемые в пакетах моделирования. Виды пакетов программирования.

4.2. AnyLogic

Общие сведения. Пример работы в AnyLogic.

4.3. Powersim

Общие сведения. Структурные элементы и команды Powersim.

3.3. Темы практических занятий

1. Понятие имитационной модели;
2. Пример модели системы массового обслуживания;
3. Этапы построения математической модели;
4. Понятия изоморфизма и гомоморфизма;
5. Понятие системы массового обслуживания (СМО). Структура, классификация;
6. Основные принципы и подходы к построению математических моделей;
7. Построение модели в AnyLogic.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Рассмотрение сложных аспектов раздела "Аналитические модели процессов".
2. Рассмотрение сложных аспектов раздела "Моделирование систем массового обслуживания".
3. Рассмотрение сложных аспектов раздела "Имитационное моделирование".
4. Рассмотрение сложных аспектов раздела "Пакеты имитационного моделирования".

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	
Знать:						
способы, принципы и подходы к построению математических модели	ИД-1 _{ОПК-4}	+				Проверочная работа/Аналитические модели процессов
структуру и классификацию СМО	ИД-2 _{ОПК-4}		+			Проверочная работа/Моделирование систем массового обслуживания
методы использования в построении моделей нормального, равномерного, экспоненциального распределения	ИД-1 _{ОПК-7}			+		Проверочная работа/Проведение экспериментов
методы и средства моделирования систем массового обслуживания	ИД-2 _{ОПК-7}				+	Проверочная работа/Виды имитационного моделирования
Уметь:						
составлять аналитические модели процессов	ИД-1 _{ОПК-4}	+				Проверочная работа/Аналитические модели процессов
привести пример СМО и рассчитать основные характеристики системы	ИД-2 _{ОПК-4}		+			Проверочная работа/Моделирование систем массового обслуживания
использовать основные понятия и правила построения модели с использованием Excel и AnyLogic	ИД-1 _{ОПК-7}			+		Проверочная работа/Проведение экспериментов
составлять модель системы Excel и AnyLogic	ИД-2 _{ОПК-7}				+	Проверочная работа/Виды имитационного моделирования

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Аналитические модели процессов (Проверочная работа)
2. Моделирование систем массового обслуживания (Проверочная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Виды имитационного моделирования (Проверочная работа)
2. Проведение экспериментов (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

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

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для академического бакалавриата по экономическим направлениям и специальностям / А. С. Акопов, Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики". – М. : Юрайт, 2014. – 389 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-4186-9.;
2. Варжапетян, А. Г. Имитационное моделирование на GPSS/H : монография / А. Г. Варжапетян. – М. : Вузовская книга, 2007. – 424 с. – ISBN 978-5-9502-0206-3.;
3. Кудрявцев Е. М.- "GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2008 - (317 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1213;
4. Павловский, Ю. Н. Имитационное моделирование : учебное пособие для вузов по специальностям направления "Прикладная математика и информатика" / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. – М. : Академия, 2008. – 236 с. – (Университетский учебник: Прикладная математика и информатика). – ISBN 978-5-7695-3967-1.;
5. Ю. И. Бродский- "Лекции по математическому и имитационному моделированию", Издательство: "Директ-Медиа", Москва, Берлин, 2015 - (240 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702>;
6. Таха, Х. А. Введение в исследование операций : пер. с англ. / Х. А. Таха. – 7-е изд. – М. : Вильямс, 2005. – 912 с. + CD-ROM. – ISBN 5-84590-740-3.;
7. Гимпилевич Ю. Б.- "Радиотехнические цепи и сигналы", Издательство: "СевГУ", Севастополь, 2020 - (211 с.)
<https://e.lanbook.com/book/164926>;

8. Дорошенко, А. Н. Имитационное моделирование дискретных процессов и систем на основе GPSS : учебное пособие по курсу "Моделирование дискретных процессов в САПР" / А. Н. Дорошенко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2019. – 144 с. – ISBN 978-5-7046-2096-9.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10686>;

9. Федоткин, И. М. Математическое моделирование технологических процессов : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / И. М. Федоткин. – изд. стер. – М. : Эдиториал УРСС, 2015. – 416 с. – ISBN 978-5-397-04579-7.;

10. Булыгина, О. В. Имитационное моделирование в экономике и управлении : учебник для направления "Прикладная информатика" с профилем "Экономика и управление" / О. В. Булыгина, А. А. Емельянов, Н. З. Емельянова ; ред. А. А. Емельянов. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 592 с. – (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-014523-5..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер,

		кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
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	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Математическое и имитационное моделирование**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Аналитические модели процессов (Проверочная работа)

КМ-2 Моделирование систем массового обслуживания (Проверочная работа)

КМ-3 Проведение экспериментов (Проверочная работа)

КМ-4 Виды имитационного моделирования (Проверочная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	6	10	12	14
1	Аналитические модели процессов					
1.1	Понятия процессов и сигналов		+			
1.2	Понятие случайных процессов		+			
2	Моделирование систем массового обслуживания					
2.1	Понятие дискретной системы			+		
2.2	Теоретические основы построения моделей			+		
2.3	Классификация моделей и методов моделирования			+		
2.4	Особенности моделей одноканальных и многоканальных систем			+		
2.5	Особенности применения аналитических методов для нетиповых структур в СМО			+		
3	Имитационное моделирование					
3.1	Моделирование одноканальных систем				+	
3.2	Моделирование двухканальных систем				+	
3.3	Моделирование систем с групповым обслуживанием				+	
4	Пакеты имитационного моделирования					
4.1	Общие термины и понятия имитационного программирования					+

4.2	AnyLogic				+
4.3	Powersim				+
Bec KM, %:		30	30	20	20