

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по научной и инновационной работе

А.В. Федин

« 10 » сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль/программа подготовки: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СР, час.	Форма промежуточной аттестации
3	3 / 108	36	4	—	32	экзамен (36ч.)
Итого	3 / 108	36	4	—	32	экзамен (36ч.)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Имитационное моделирование» — ознакомление с основными понятиями и концепцией имитационного моделирования сложных систем, изучение принципов и методов построения имитационных моделей и организации систем имитационного моделирования. Получение навыков создания имитационных моделей как детерминированных, так и стохастических, а также использующих компьютерную двумерную графику.

При освоении курса решаются следующие задачи:

- понимание концептуальных положений в области имитационного моделирования;
- практическое применение теоретических подходов к проведению разработки имитационных моделей;
- овладение техническими навыками, связанными с использованием современных средств разработки имитационных моделей, обеспечения и реализации информационных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Имитационное моделирование» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 ОПОП подготовки аспирантов по направлению «Информатика и вычислительная техника» (профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ») и предполагает углубление и дифференциацию профессиональных компетенций аспирантов.

Дисциплина изучается в 3 семестре и требует наличия базовых знаний в следующих областях:

- Математический анализ;
- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Теория случайных процессов;
- Основы программирования.

Дисциплина формирует знания и навыки, необходимые в практической деятельности исследователя, а также преподавателя исследователя в области информатики и вычислительной техники. Изучение дисциплины позволяет аспирантам проводить исследования автоматизированных систем на их статистических имитационных моделях, с помощью которых можно получить объяснение явлений в случае отсутствия аналитических зависимостей, определить и оптимизировать параметры системы, найти функции связи между показателями, осуществить прогноз показателей и выработать на базе этого целевое решение.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ОПК-1 Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	частично	Знать: Современные способы теоретических и экспериментальных исследований в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Уметь: Выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования. Владеть:

		<p>Навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований.</p> <p>Навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов.</p> <p>Навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности.</p>
<p>ОПК-2 Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>частично</p>	<p>Знать:</p> <p>Современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности.</p> <p>Уметь:</p> <p>Использовать современную вычислительную технику и специализированное программное обеспечение в научно-исследовательской работе</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, навыками использования ресурсов Интернет.</p> <p>Навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов.</p> <p>Основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации, навыками синхронного восприятия и документирования мультимедийной информации на иностранных языках</p>
<p>ОПК-3 Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности</p>	<p>частично</p>	<p>Знать:</p> <p>Принципы построения научного исследования в соответствующей области наук.</p> <p>Требования к оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании.</p> <p>Основные тенденции развития естественнонаучного и математического знания в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ.</p> <p>Уметь:</p> <p>Обосновать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость собственного исследования, определять методологию исследования, уметь делать выводы из проведенного исследования и определять перспективы дальнейшей работы.</p> <p>Анализировать собранный эмпирический материал и делать достоверные выводы, отстаивать собственную научную концепцию в дискуссии, выступать оппонентом и рецензентом по научным работам.</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками свободного ориентирования в источниках и научной литературе.</p>

		<p>Логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования, научным стилем изложения собственной концепции.</p> <p>Навыками публикации результатов научных исследований, навыками самостоятельного обучения и разработки новых методов исследования в области профессиональной деятельности.</p>
ПК-1 Способность разрабатывать и применять новые математические методы моделирования объектов и явления	частично	<p>Знать:</p> <p>Современные методы построения и анализа математических моделей объектов и явлений, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения.</p> <p>Уметь:</p> <p>Применять современные методы построения и анализа математических моделей объектов и явлений, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения.</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей объектов и явлений, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения.</p>
ПК-2 Способность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий	частично	<p>Знать:</p> <p>Современные научные достижения в области математического моделирования систем управления, численных методов оптимизации, типовые задачи управления техническими системами и их решение численными методами.</p> <p>Уметь:</p> <p>Разрабатывать математические модели систем управления и численные методы их реализации с использованием программных сред, применять полученные теоретические знания для решения новых практических задач.</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками аналитического и численного анализа данных при математическом моделировании систем управления динамическими системами.</p>
ПК-5 Готовность разрабатывать новые математические методы и алгоритмы проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента	частично	<p>Знать:</p> <p>Текущее положение современных научных достижений, методику проведения вычислительных экспериментов и составления математических моделей, реализацию численных методов и комплексов программ, алгоритмы проверки адекватности математических моделей на основе экспериментальных данных.</p> <p>Уметь:</p> <p>Проводить вычислительные эксперименты, разрабатывать математические модели, алгоритмы проверки адекватности</p>

		<p>математических моделей на основе экспериментальных данных и использовать программные среды для математического моделирования, применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач.</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками проведения лабораторного эксперимента, методами и алгоритмами параллельных вычислений, навыками статистической обработки экспериментальных данных с помощью современных программных комплексов.</p>
ПК-6 Готовность разрабатывать системы компьютерного и имитационного моделирования	частично	<p>Знать:</p> <p>Принципы разработки систем компьютерного и имитационного моделирования.</p> <p>Уметь:</p> <p>Применять принципы разработки систем компьютерного и имитационного моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками разработки систем компьютерного и имитационного моделирования в реализации математических и численных методов</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ.	Лабор.	СРА		
1	Основы имитационного моделирования.	3	1-8	16	1	-	14	8.5/ 50%	тестирование
2	Разработка имитационных моделей и дискретно-событийное моделирование.	3	9-18	20	3	-	18	11.5 / 50%	тестирование
Итого по дисциплине		3	18	36	4	-	32	20 / 50%	экзамен

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Основы имитационного моделирования.

Тема 1. Имитационное моделирование.

Содержание темы.

Понятие модели. Виды моделей. Цели моделирования. Преимущества и недостатки имитационного моделирования. Области применения имитационного моделирования. Примеры задач, решаемых с помощью имитационного моделирования.

Тема 2. Этапы имитационного моделирования

Содержание темы.

Этапы создания имитационных моделей. Абстрагирование и адекватность модели. Проблемы разработки имитационных моделей.

Тема 3. Методы и средства имитационного моделирования сложных систем.

Содержание темы

Среда разработки и выполнения имитационных моделей AnyLogic 6.0. Структура имитационной модели AnyLogic 6.0. Средства автоматизации имитационного моделирования. Использование методов моделирования при оптимизации структур сложных систем

Раздел 2. Разработка имитационных моделей и дискретно-событийное моделирование

Тема 1. Планирование компьютерного эксперимента и процесс создания модели

Содержание темы

Планирование компьютерного эксперимента. Масштаб времени. Анализ чувствительности модели к изменению входных данных. Оптимизационный эксперимент как обратная детерминированная задача. Процесс создания двух взаимосвязанных моделей: функциональной структурной и динамической имитационной.

Тема 2. Взаимодействия объектов модели.

Содержание темы

Использование событий и сообщений для организации взаимодействия объектов модели. Имитация основных процессов: генераторы, очереди, узлы обслуживания, терминаторы и др. Понятие иерархических моделей. Причины использования гибридных моделей.

Тема 3. Дискретно-событийное моделирование.

Содержание темы

Изучение и создание дискретно-событийного моделирования (ДСМ), реализация метода Монте-Карло с механизмами организации работы модели в среде AnyLogic 6.0. Потoki, задержки, обслуживание. Датчики случайных величин.

Тема 4. Имитационного моделирования детерминированных систем.

Содержание темы

Создание и анализ имитационного моделирования детерминированных систем. Модели системной динамики. Модели динамических систем. Многоагентные системы. Простой компьютерный эксперимент. Эксперимент с варьированием параметров. Оптимизационный эксперимент.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Основы имитационного моделирования.

Тема 3. Методы и средства имитационного моделирования сложных систем.

Содержание темы

Среда разработки и выполнения имитационных моделей AnyLogic 6.0. Структура имитационной модели AnyLogic 6.0. Средства автоматизации имитационного моделирования. Использование методов моделирования при оптимизации структур сложных систем

Раздел 2. Разработка имитационных моделей и дискретно-событийное моделирование

Тема 3. Дискретно-событийное моделирование.

Содержание темы

Изучение и создание дискретно-событийного моделирования (ДСМ), реализация метода Монте-Карло с механизмами организации работы модели в среде AnyLogic 6.0. Потoki, задержки, обслуживание. Датчики случайных величин.

Тема 4. Имитационного моделирования детерминированных систем.

Содержание темы

Создание и анализ имитационного моделирования детерминированных систем. Модели системной динамики. Многоагентные системы. Простой компьютерный эксперимент. Эксперимент с варьированием параметров. Оптимизационный эксперимент.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Имитационное моделирование» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

В рамках лекционного курса и практических занятий:

- Интерактивная лекция (раздел №1, тема №1, №2);
- Групповая дискуссия (раздел №1, тема №3, раздел №2, тема №3, №4);
- Разбор конкретных ситуаций (раздел №2 тема №3, №4).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Вопросы к тестированию

Список заданий:

1. Математические предпосылки создания имитационной модели.
2. Поддержка жизненного цикла имитационной модели средой AnyLogic 6.0.
3. Типовые системы имитационного моделирования.
4. Проверки гипотез о категориях типа событие- явление – поведение.
5. Уровни абстрагирования.
6. Создание и анализ имитационных моделей детерминированных систем.
7. Модели системной динамики.
8. Структура имитационной модели AnyLogic 6.0.
9. Имитационная модель как источник ответа на вопрос: «что будет, если...».
10. Анализ чувствительности модели к изменению входных данных.
11. Автоматическое варьирование параметров в среде AnyLogic 6.0.

Самостоятельная работа аспирантов.

Примерная тематика вопросов для самостоятельного изучения:

- 1) Жизненный цикл имитационной модели.
- 2) Современные парадигмы имитационного моделирования.
- 3) Уровни абстрагирования в современных парадигмах имитационного моделирования.
- 4) Имитационные решения задач минимизации затрат.
- 5) Имитация случайных величин и процессов. Требования к базовым датчикам случайных величин и их проверка.
- 6) Имитационное моделирование в рамках агрегативной модели.
- 7) Планирование машинных экспериментов по имитационному моделированию. Стратегическое планирование.
- 8) Планирование машинных экспериментов по имитационному моделированию. Построение функциональной модели.

Вопросы к экзамену.

- 1) Понятие модели. Виды моделей. Цели моделирования.
- 2) Преимущества и недостатки имитационного моделирования.
- 3) Области применения имитационного моделирования. Примеры задач, решаемых с помощью имитационного моделирования.
- 4) Этапы создания имитационных моделей.
- 5) Жизненный цикл имитационной модели.
- 6) Современные парадигмы имитационного моделирования.

- 7) Абстрагирование и адекватность модели.
- 8) Уровни абстрагирования в современных парадигмах имитационного моделирования.
- 9) Проблемы разработки имитационных моделей.
- 10) Планирование компьютерного эксперимента. Масштаб времени.
- 11) Анализ чувствительности модели к изменению входных данных.
- 12) Создание и анализ имитационного моделирования детерминированных систем.
- 13) Оптимизационный эксперимент как обратная детерминированная задача.
- 14) Модели системной динамики. Модели динамических систем.
- 15) Процесс создания двух взаимосвязанных моделей: функциональной структурной и динамической имитационной.
- 16) Использование событий и сообщений для организации взаимодействия объектов модели.
- 17) Имитация основных процессов: генераторы, очереди, узлы обслуживания, терминаторы и др.
- 18) Понятие иерархических моделей.
- 19) Простой компьютерный эксперимент.
- 20) Эксперимент с варьированием параметров.
- 21) Оптимизационный эксперимент.
- 22) Среда разработки и выполнения имитационных моделей AnyLogic 6.0.
- 23) Структура имитационной модели AnyLogic 6.0.
- 24) Средства автоматизации имитационного моделирования.
- 25) Имитационные решения задач минимизации затрат.
- 26) Имитация случайных величин и процессов.
- 27) Использование методов моделирования при оптимизации структур сложных систем
- 28) Имитационное моделирование в рамках агрегативной модели.
- 29) Планирование машинных экспериментов по имитационному моделированию. Стратегическое планирование.
- 30) Планирование машинных экспериментов по имитационному моделированию. Построение функциональной модели.
- 31) Изучение и создание дискретно-событийного моделирования (ДСМ).
- 32) Реализация метода Монте-Карло с механизмами организации работы модели в среде AnyLogic 6.0.
- 33) Потоки, задержки, обслуживание.
- 34) Датчики случайных величин.
- 35) Требования к базовым датчикам случайных величин и их проверка.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
1. Имитационное моделирование систем: учебное пособие [Электронный ресурс] / Черняева С.Н., Денисенко В.В. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. - ISBN 978-5-00032-180-5.	2016		https://www.iprbo.okshop.ru/50630.html

2. Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ефромеева Е.В., Ефромеев Н.М. — Саратов: Вузовское образование, 2020. - ISBN 978-5-4487-0586-1.	2020		https://www.iprbo.okshop.ru/86701.html
3. -Практикум по дисциплине «Имитационное моделирование» [Электронный ресурс]: / Журавлева Т.Ю. - Саратов: Вузовское образование, 2015. - ISBN 2227-8397.	2015		https://www.iprbo.okshop.ru/27380.html
Дополнительная литература			
1. Решмин Б.И. Имитационное моделирование и системы управления / Решмин Б.И. — Москва: Инфра-Инженерия, 2016. - ISBN 978-5-9729-0120-3.	2016		https://www.iprbo.okshop.ru/51719.html

7.2. Периодические издания

- Успехи математических наук, Журнал РАН (корпус 3, ауд. 414).
- Автоматика и телемеханика, Журнал РАН (корпус 3, ауд. 414).

7.3. Интернет-ресурсы

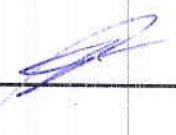
- Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета // Режим доступа: <http://lib.mexmat.ru>
- Общероссийский портал Math-Net.Ru // Режим доступа: <http://www.mathnet.ru/>
- Национальный проект «Образование» // Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
- Scilab - бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом для численных вычислений // Режим доступа: <http://www.scilab.org>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

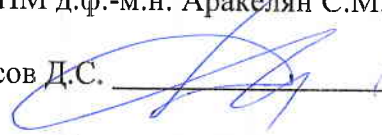
Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практического типа, а также помещения для самостоятельной работы. Практические/лабораторные работы проводятся в лекционной аудитории 318-3, лабораториях вычислительных методов 405-3, 528-3.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- Пакет офисных программ Microsoft Office;
- Математические пакеты Mathcad, MATLAB;
- Программное обеспечение для имитационного моделирования AnyLogic 6.0.

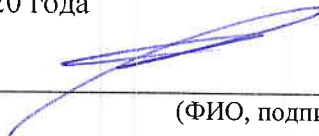
Рабочую программу составил зав. кафедры ФиПМ д.ф.-м.н. Аракелян С.М. 

Рецензент (представитель работодателя)

генеральный директор ООО «ФС Сервис» Квасов Д.С. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол №1 от 31 августа 2020 года

Заведующий кафедрой 

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность 05.13.18

Протокол №1 от 31 августа 2020 года

Председатель комиссии 

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____
