

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.3.1 Имитационное моделирование»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

01.03.04 Прикладная математика
(код и наименование направления подготовки)

Математическое и компьютерное моделирование
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

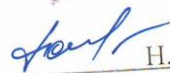
Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.3.1 Имитационное моделирование» рассмотрена и
утверждена на заседании кафедры

Кафедра математических методов и моделей в экономике
наименование кафедры

протокол № 8 от "5" 02 2024 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра математических методов и моделей в экономике
наименование кафедры



Н.П. Фот

Исполнители:

Доцент кафедры ММиМЭ

должность



подпись

А.В. Раменская

расшифровка подписи

должность

подпись

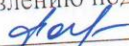
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

01.03.04 Прикладная математика

код наименование



личная подпись

Н.П. Фот

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов



личная подпись

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета



личная подпись

И.В. Крюкова
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Раменская А.В., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование теоретических знаний о математических основах имитационного моделирования и практических навыков его проведения для анализа процессов и систем.

Задачи:

- изучение математических основ имитационного моделирования;
- освоение приемов имитационного моделирования процессов и систем;
- приобретение навыков построения и анализа имитационных моделей в средах GPSS и AnyLogic.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.21 Математические методы и модели исследования операций, Б1.Д.Б.23 Теория вероятностей и случайных процессов, Б1.Д.Б.28 Объектно-ориентированный анализ и программирование, Б1.Д.В.3 Случайные процессы и основы теории массового обслуживания*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен переходить от содержательной постановки проблемы к математически формализованному описанию, проводить исследования на основе построенной модели, содержательно анализировать результаты	ПК*-1-В-2 Осуществляет формализованное описание процессов и систем в терминах стохастического моделирования, проводит на их основе количественный и качественный анализ	<u>Знать:</u> теоретические основы методов имитационного моделирования, алгоритм метода Монте-Карло, концепции имитационного моделирования, основные компоненты имитационных моделей. <u>Уметь:</u> осуществлять формализацию процессов и систем в терминах имитационного моделирования для разработки моделей, проводить количественный и качественный анализ результатов имитационных экспериментов <u>Владеть:</u> навыками формализованного описания процессов и систем в терминах имитационного моделирования и разработки на его основе имитационной модели
ПК*-2 Способен осуществлять математическое и компьютерное моделирование для анализа рисков и выработки оптимальных	ПК*-2-В-2 Применяет современные математические и инструментальные средства для моделирования, анализа рисков и выработки	<u>Знать:</u> основные понятия, термины и концепции имитационного моделирования, ограничения и условия применимости имитационных моделей <u>Уметь:</u> осуществлять формализацию процессов и систем в терминах концепций имитационного моделирования для разработки

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
решений в различных отраслях	решений по оптимизации социальных, экономических, производственных процессов и систем	моделей, проводить имитационные эксперименты с моделью для анализа и выработки решений по управлению процессами и системами в различных отраслях Владеть: навыками формализованного описания процессов и систем в терминах имитационного моделирования и разработки на его основе имитационной модели для анализа процессов и систем в различных отраслях
	ПК*-2-В-3 Разрабатывает и/или применяет детерминированные и стохастические модели для анализа и выработки решений по управлению процессами и системами в различных отраслях	Знать: основные компоненты имитационных моделей, источники данных для оценки параметров имитационных моделей Уметь: осуществлять формализацию процессов и систем в терминах концепций имитационного моделирования для разработки моделей, проводить имитационные эксперименты с моделью для анализа и выработки решений по управлению процессами и системами в различных отраслях Владеть: навыками формализованного описания процессов и систем в терминах имитационного моделирования и разработки на его основе имитационной модели для анализа процессов и систем в различных отраслях
ПК*-4 Способен использовать знания современных языков программирования, стандартных пакетов прикладных программ, информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", инструментальных средств анализа данных при решении практических задач управления информацией	ПК*-4-В-2 Применяет знания стандартных и специализированных ППП, информационно-телекоммуникационных технологий для решения практических задач анализа данных, математического и компьютерного моделирования процессов и систем	Знать: особенности информационной технологии имитационного моделирования, современные системы имитационного моделирования, приёмы формализации и алгоритмизации процессов и систем согласно основным концепциям имитационного моделирования Уметь: разрабатывать, тестировать и отлаживать имитационные модели на основе стандартных систем имитационного моделирования и собственного программного обеспечения, реализованных с помощью современных языков программирования, для решения практических задач компьютерного моделирования процессов и систем Владеть: навыками разработки, отладки и тестирования имитационных моделей в системах имитационного моделирования GPSS World и AnyLogic PLE; навыками разработки собственного программного обеспечения для целей имитационного моделирования.
	ПК*-4-В-3 Применяет знания стандартных ППП, информационно-телекоммуникационных технологий, сети	Знать: основные этапы имитационного моделирования, особенности информационной технологии имитационного моделирования, источники информации для построения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	"Интернет" для поиска, обработки и систематизации информации, оформления отчетов по результатам выполненных исследований, представления их в виде презентаций, докладов	имитационных моделей Уметь: применять стандартных систем имитационного моделирования для разработки имитационных моделей, оформлять отчеты по результатам проведенного моделирования Владеть: навыками проведения экспериментов с имитационными моделями в системах имитационного моделирования GPSS World и AnyLogic PLE и на основе собственного программного обеспечения и оформления отчетов по результатам проведенных имитационных экспериментов

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	34,25	34,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	73,75	73,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Теоретические основы имитационного моделирования	18	2	4		12
2	Информационная технология имитационного моделирования	10	2			8
3	Моделирование дискретных систем в GPSS World	20	4	4		12

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Процессное моделирование в AnyLogic PLE	16	4	2		10
5	Палитра системной динамики в AnyLogic. Модели системной динамики	14	2	2		10
6	Введение в агентное моделирование	14	2	2		10
7	Планирование имитационного компьютерного эксперимента	16	2	2		12
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	108	18	16		74

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Теоретические основы имитационного моделирования Понятие имитационного моделирования. Виды имитационных моделей. Область применения имитационного моделирования. Метод Монте-Карло. Генерация случайных величин. Понятие псевдослучайных чисел. Проверка статистических гипотез.

№ 2 Информационная технология имитационного моделирования Этапы имитационного моделирования. Понятие и способы задания модельного времени. Масштаб времени. Системы имитационного моделирования.

№ 3 Моделирование дискретных систем в GPSS World Основные элементы дискретно-событийного моделирования. Описание системы. Аппаратно-ориентированные и статистические объекты. Основные блоки. Содержание стандартного отчета. Транзактно-ориентированные блоки. Переменные, функции и сохраняемые величины. Управление потоками транзактов. Ансамбли транзактов.

№ 4 Процессное моделирование в AnyLogic PLE Описание системы. Основные библиотеки: основная, пешеходная, железнодорожная, дорожного движения, потоков, палитра сбора статистики. Компоненты библиотеки процессного моделирования. Настройка запуска модели. Визуализация результатов моделирования. Сбор статистической информации. Построение процессных имитационных моделей.

№ 5 Палитра системной динамики в AnyLogic. Модели системной динамики Уровни, потоки, динамические переменные. Примеры моделей: распространения эпидемии, модель Басса, модель хищник-жертва.

№ 6 Введение в агентное моделирование Понятие агента. Палитра задания поведения агента. Стейтчарты. Модель поведения потребителей.

№ 7 Планирование имитационного компьютерного эксперимента Основные понятия теории планирования эксперимента. Этапы планирования эксперимента. Факторный эксперимент. Регрессионный анализ в управлении модельным экспериментом. Реализация отсеивающего эксперимента в GPSS World. Возможности AnyLogic для проведения экспериментов.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Датчики случайных величин	2
2	1	Программная реализация метода Монте-Карло	2
3-4	3	Моделирование систем массового обслуживания в GPSS World	4
5	4	Дискретно-событийное моделирование в AnyLogic PLE	2
6	5	Реализация моделей системной динамики в AnyLogic PLE	2
7	6	Примеры агентных моделей в AnyLogic PLE	2
8	7	Планирование имитационного эксперимента в GPSS World	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Кобелев, Н. Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем : учеб. пособие для вузов / Н. Б. Кобелев. - М. : Дело, 2003. - 336 с.
2. Емельянов, А. А. Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособие для вузов / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума; под ред. А. А. Емельянова. - М. : Финансы и статистика, 2004. - 368 с
3. Мешечкин, В. В. Имитационное моделирование : учебное пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. – Кемерово : КемГУ, 2012. – 116 с. – ISBN 978-5-8353-1299-3 - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44371>

5.2 Дополнительная литература

1. Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование : теория и технологии / Ю. И. Рыжиков. - М. : Альтекс ; СПб. : Корона Принт, 2004. – 384 с.
2. Балдин, К. В. Информационные системы в экономике [Текст] : учеб. для вузов / К.В. Балдин, В. Б. Уткин.- 7-е изд. - М. : Дашков и К, 2012. - 395 с.

Методические указания

- 1.Имитационное моделирование процессов и систем в GPSS World [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 01.03.04 Прикладная математика, 38.03.05 Бизнес-информатика / сост. А. В. Раменская; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. мат. методов и моделей в экономике. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.92 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2022. - 56 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/166943_20220609.pdf
2. Раменская, А. В. Метод Монте-Карло и инструментальные средства его реализации : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 01.03.04 Прикладная математика, 38.03.05 Бизнес-информатика, 38.04.01 Экономика / А. В. Раменская, К. В. Пивоварова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. мат. методов и моделей в экономике. - Оренбург : ОГУ, 2018. - 58 с. Режим доступа: - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/66784_20180529.pdf

5.3 Периодические издания

1. Информационные технологии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023, 2024.
2. Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023, 2024.

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://sysdynamics.ru/> Российское общество системной динамики
2. <http://www.anylogic.ru> - официальный сайт компании системы имитационного моделирования AnyLogic,
3. <http://gpss.ru/> система имитационного моделирования GPSS
4. <https://www.intuit.ru/studies/courses/643/499/info> - Интуит. Каталог курсов «Компьютерное моделирование»

5. <https://www.anylogic.ru/free-simulation-book-and-modeling-tutorials> AnyLogic за 3 дня: практическое пособие по имитационному моделированию от разработчиков

6. Боев, В.Д. Концептуальное проектирование систем в Anylogic 7 и GPSS World. Электронный курс лекций: <http://www.intuit.ru/studies/courses/13846/1243/info>

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС

2. Пакет офисных приложений LibreOffice

3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link

4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.

5. Свободная среда разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом для языка программирования Python Anaconda

6. Свободная среда разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом для языка программирования R Rstudio

7. Программное обеспечение для имитационного моделирования AnyLogic Personal Learning Edition

8. Общецелевая система имитационного моделирования GPSS World Student Version

9. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1\GarantClient\garant.exe>

10. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1\CONSULT\cons.exe>

11. <http://edu.garant.ru/garant/study/> Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.