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 2023

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 "6" 02 2023 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра математических методов и моделей в экономике Н.П. Фот
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры ММиМЭ А.В. Раменская
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
01.03.04 Прикладная математика
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
Н.А. Тычинина
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Раменская А.В., 2023
© ОГУ, 2023

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.22 Математические методы и модели исследования операций, Б1.Д.Б.24 Теория вероятностей и случайных процессов, Б1.Д.Б.29 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	**Знать:** теоретические основы методов имитационного моделирования, алгоритм метода Монте-Карло, концепции имитационного моделирования, основные компоненты имитационных моделей. **Уметь:** осуществлять формализацию процессов и систем в терминах имитационного моделирования для разработки моделей, проводить количественный и качественный анализ результатов имитационных экспериментов **Владеть:** 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	ПК*-2-В-2 Применяет современные математические и инструментальные средства для моделирования, анализа	**Знать:** основные понятия и термины имитационного моделирования, концепции имитационного моделирования, достоинства и недостатки методов имитационного моделирования, возможности имитационных модели для оценки рисков

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
выработки оптимальных решений в различных отраслях	рисков и выработки решений по оптимизации социальных, экономических, производственных процессов и систем	**Уметь:** разрабатывать имитационные модели и их компоненты использованием систем имитационного моделирования, применять построенные имитационные модели для анализа рисков и выработки решений по оптимизации социальных, экономических, производственных процессов и систем **Владеть:** навыками разработки, отладки, тестирования имитационных моделей и отдельных компонент для анализа и выработки решений по оптимизации социальных, экономических, производственных процессов и систем
	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 понятия, термины и концепции имитационного моделирования, ограничения 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,	**Знать:** основные этапы имитационного моделирования,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	информационно-телекоммуникационных технологий, сети "Интернет" для поиска, обработки и систематизации информации, оформления отчетов по результатам выполненных исследований, представления их в виде презентаций, докладов	особенности информационной технологии имитационного моделирования, источники информации для построения 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	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**40,25**	**40,25**
Лекции (Л)	20	20
Практические занятия (ПЗ)	20	20
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;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**67,75**	**67,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

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

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	World					
4	Система имитационного моделирования AnyLogic PLE	16	4	2		10
5	Палитра системной динамики в AnyLogic. Модели системной динамики	12	2	2		8
6	Введение в агентное моделирование	12	2	2		8
7	Планирование имитационного компьютерного эксперимента	16	2	4		10
	Итого:	108	20	20		68
	Всего:	108	20	20		68

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 Система имитационного моделирования AnyLogic PLE Описание системы. Основные библиотеки: основная, пешеходная, железнодорожная, дорожного движения, палитра системной динамики. 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 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

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Датчики случайных величин	2
2	1	Программная реализация метода Монте-Карло	2
3	2	Обзор систем имитационного моделирования	2
4	3	Моделирование систем массового обслуживания в GPSS World	2
5	3	Моделирование производственных систем в GPSS World	2
6	4	Дискретно-событийное моделирование в AnyLogic PLE	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
7	5	Реализация моделей системной динамики в AnyLogic PLE	2
8	6	Примеры агентных моделей в AnyLogic PLE	2
9-10	7	Планирование имитационного эксперимента в GPSS World	4
		Итого:	20

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

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.

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

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 Webinar.ru
4. Свободная среда разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом для языка программирования Python Anaconda
5. Свободная среда разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом для языка программирования R Rstudio
6. Программное обеспечение для имитационного моделирования AnyLogic Personal Learning Edition
7. Общецелевая система имитационного моделирования GPSS World Student Version
8. 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
9. 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
10. 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.