

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра прикладной информатики в экономике и управлении

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.8 Имитационное моделирование экономических систем»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*09.03.03 Прикладная информатика*  
(код и наименование направления подготовки)

*Прикладная информатика в экономике*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2021

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.8 Имитационное моделирование экономических систем» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной информатики в экономике и управлении

наименование кафедры

протокол № 10 от "28" 01 2021.

Заведующий кафедрой

Кафедра прикладной информатики в экономике и управлении

наименование кафедры

подпись

М.А. Жук

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность

подпись

И.А. Цыганова

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

09.03.03 Прикладная информатика

код наименование

личная подпись

М.А. Жук

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

формирование у студентов теоретических знаний по основам анализа структур сложных экономических систем, моделированию протекающих в них экономических процессов и практических навыков по применению методов имитационного моделирования в экономике.

**Задачи:**

- овладеть методами имитационного моделирования, типовыми этапами моделирования процессов экономических систем;
- изучить существующие программные средства имитационного моделирования;
- уметь применять результаты научных исследований в области искусственного интеллекта, анализа данных для моделирования прикладных процессов и предметной области
- овладеть практическими навыками реализации моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения сложных объектов в сфере экономики и управления.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.2 Иностранный язык, Б1.Д.Б.11 Информатика и программирование, Б1.Д.Б.16 Дискретная математика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.1 Проектирование экономико-информационных систем, Б1.Д.В.5 Конфигурирование и администрирование информационных систем на платформе 1С*

## 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*-2 Способен разрабатывать и адаптировать прикладное программное обеспечение для решения задач в сфере экономики и управления | ПК*-2-В-1 Владеет навыками разработки алгоритмов решения прикладных задач в области экономики и управления | <b>Знать:</b> основные этапы имитационного моделирования, особенности информационных технологий имитационного моделирования, приёмы формализации и алгоритмизации основных экономических процессов.<br><b>Уметь:</b> разрабатывать, тестировать и отлаживать имитационные модели прикладных задач на основе систем имитационного моделирования и собственного программного обеспечения, реализованных с помощью современных |

| Код и наименование формируемых компетенций                                    | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций   |
|---|--|---|
|   |  | языков программирования<br><b>Владеть:</b> способами разработки алгоритмических и программных решений в области прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей для решения задач в сфере экономики и управления.   |
| ПК*-5 Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область | ПК*-5-В-1 Применяет функционально-ориентированные и объектно-ориентированные методологии описания предметной области | <b>Знать:</b> основные понятия и термины имитационного моделирования, функционально-ориентированные и объектно-ориентированные методологии, ограничения имитационных моделей для моделирования прикладных процессов и предметной области.<br><b>Уметь:</b> осуществлять формализованное описание процессов и систем в терминах дискретных, непрерывных имитационных моделей предметной области, проверять адекватность полученных моделей, принимать решения на основе количественного и качественного анализа результатов имитационного моделирования.<br><b>Владеть:</b> навыками разработки имитационных моделей в системах имитационного моделирования; навыками разработки собственного программного обеспечения для целей имитационного моделирования решения |

| Код и наименование формируемых компетенций   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций   |
|--|--|---|
|  |  | задач в сфере экономики и управления.   |
| ПК*-9 Способен выполнять научно-исследовательские работы в области проектирования систем информационной поддержки принятия решений | ПК*-9-В-3 Применяет результаты научных исследований в области искусственного интеллекта, анализа данных и Data Mining технологий для разработки систем поддержки принятия управленческих решений | <b>Знать:</b> методы создания имитационных моделей для проведения научно-исследовательских работ<br><b>Уметь:</b> применять результаты анализа данных и Data Mining при проведении имитационных экспериментов для разработки систем поддержки принятия управленческих решений<br><b>Владеть:</b> технологией разработки имитационных моделей на ЭВМ в качестве поддержки принятия решений |

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

| Вид работы   | Трудоемкость, академических часов |                  |               |
|--|-----------------------------------|------------------|---------------|
|  | 5 семестр                         | 6 семестр        | всего         |
| <b>Общая трудоёмкость</b>  | <b>144</b>                        | <b>144</b>       | <b>288</b>    |
| <b>Контактная работа:</b>  | <b>68,25</b>                      | <b>70,5</b>      | <b>138,75</b> |
| Лекции (Л)   | 18                                | 18               | 36            |
| Практические занятия (ПЗ)  | 16                                | 16               | 32            |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 34                                | 34               | 68            |
| Консультации   |                                   | 1                | 1             |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий  |                                   | 1                | 1             |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)  | 0,25                              | 0,5              | 0,75          |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- выполнение курсовой работы (КР);<br>- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);<br>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);<br>- подготовка к лабораторным занятиям;<br>- подготовка к практическим занятиям. | <b>75,75</b>                      | <b>73,5</b><br>+ | <b>149,25</b> |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен,</b>   | <b>зачет</b>                      | <b>экзамен</b>   |               |

| Вид работы                       | Трудоемкость,<br>академических часов |           |       |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------|-------|
|                                  | 5 семестр                            | 6 семестр | всего |
| <b>дифференцированный зачет)</b> |                                      |           |       |

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| №<br>раздела | Наименование разделов  | Количество часов |                      |    |    |                   |
|--------------|--|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
|              |  | всего            | аудиторная<br>работа |    |    | внеауд.<br>работа |
|              |  |                  | Л                    | ПЗ | ЛР |                   |
| 1            | Теоретические основы имитационного моделирования   | 16               | 2                    | 2  | 2  | 10                |
| 2            | Основные этапы имитационного моделирования   | 22               | 2                    | 2  | 6  | 12                |
| 3            | Инструментальные средства автоматизации моделирования  | 22               | 2                    | 2  | 6  | 12                |
| 4            | Пакет имитационного моделирования AnyLogic   | 30               | 4                    | 4  | 10 | 12                |
| 5            | Испытание и исследование свойств имитационной модели   | 16               | 2                    | 2  | 2  | 10                |
| 6            | Технология постановки и проведения направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели | 16               | 2                    | 2  | 2  | 10                |
| 7            | Виды имитационного моделирования   | 22               | 4                    | 2  | 6  | 10                |
|              | Итого:   | 144              | 18                   | 16 | 34 | 76                |

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| №<br>раздела | Наименование разделов                                | Количество часов |                      |    |    |                   |
|--------------|--|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
|              |  | всего            | аудиторная<br>работа |    |    | внеауд.<br>работа |
|              |  |                  | Л                    | ПЗ | ЛР |                   |
| 8            | Системы массового обслуживания                       | 34               | 4                    | 4  | 8  | 18                |
| 9            | Модели системной динамики                            | 28               | 4                    | 4  | 6  | 14                |
| 10           | Клеточные автоматы, их использование в моделировании | 28               | 4                    | 2  | 8  | 14                |
| 11           | Агентное моделирование                               | 24               | 2                    | 2  | 6  | 14                |
| 12           | Имитационное моделирование случайных величин         | 30               | 4                    | 4  | 6  | 16                |
|              | Итого:   | 144              | 18                   | 16 | 34 | 76                |
|              | Всего:   | 288              | 36                   | 32 | 68 | 152               |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**№ 1 Теоретические основы имитационного моделирования** *Введение в имитационное моделирование. Процедурно-технологическая схема построения моделей сложных систем. Исследование транспортных процессов методами имитационного моделирования.*

**№ 2 Основные этапы имитационного моделирования** *Основные этапы имитационного моделирования. Общая технологическая схема. Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Формализация имитационной модели. Программирование имитационной модели. Сбор и анализ исходных данных. Испытание и исследование свойств имитационной модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели. Анализ результатов моделирования и принятие решений*

**№ 3 Инструментальные средства автоматизации моделирования** Назначение языков и систем моделирования. Классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики. Технологические возможности систем моделирования.

**№ 4 Пакет имитационного моделирования AnyLogic** Описание системы. Основные библиотеки: основная, пешеходная, железнодорожная, дорожного движения, палитра системной динамики. Компоненты основной библиотеки. Настройка запуска модели. Визуализация результатов моделирования.

**№ 5 Испытание и исследование свойств имитационной модели** Комплексный подход к тестированию имитационной модели. Проверка адекватности модели. Верификация имитационной модели. Валидация данных имитационной модели. Оценка точности результатов моделирования.

**№ 6 Технология постановки и проведения направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели.** Содержание направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели. Основные цели и типы вычислительных экспериментов в имитационном моделировании. Основы теории планирования экспериментов. Подготовка данных на основе технологий анализа данных и Data Mining.

**№ 7 Виды имитационного моделирования.** Дискретно-событийное моделирование. Системная динамика. Агентное моделирование

**№ 8 Системы массового обслуживания** Понятие системы массового обслуживания (СМО). Классификация СМО. Компактная запись математических моделей СМО. Виды СМО, расчетные формулы. Моделирование экономических процессов в виде системы массового обслуживания.

**№ 9 Модели системной динамики.** Общая структура моделей системной динамики. Содержание базовой концепции структуризации. Сеть потоков. Сеть информации.

**№ 10 Клеточные автоматы, их использование в моделировании** Понятие клеточного автомата, сферы применения. Одномерные клеточные автоматы. Виды одномерных клеточных автоматов, их классификация. Двумерные клеточные автоматы.

**№ 11 Агентное моделирование.** Понятие агента. Реализация агентного моделирования в AnyLogic. Примеры моделей

**№ 12 Имитационное моделирование случайных величин** Метод Монте-Карло. Общие представления об оценке точности результатов, полученных методом Монте-Карло.

### 4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ   | Кол-во часов |
|------|-----------|---|--------------|
| 1    | 1         | Моделирование линейной оптимизационной модели                             | 2            |
| 2    | 2         | Моделирование простого события  | 2            |
| 3    | 2         | Имитационное моделирование для решения задач организационного управления  | 2            |
| 4    | 2         | Модель анализа вариантов обслуживания автобусов                           | 2            |
| 5    | 3         | Функционально-ориентированные методологии описания предметной области     | 4            |
| 6    | 3         | Объектно-ориентированные методологии описания предметной области          | 2            |
| 7    | 4         | Моделирование в пакете AnyLogic экономических задач и систем управления   | 10           |
| 8    | 5         | Получение и обработка результатов моделирования                           | 2            |
| 9    | 6         | Моделирование полной группы несовместных событий                          | 2            |
| 10   | 7         | Моделирование дискретной случайной величины                               | 2            |
| 11   | 7         | Моделирование непрерывной случайной величины                              | 4            |
| 12   | 8         | Имитационное моделирование для исследования систем массового обслуживания | 8            |
| 13   | 9         | Построение сети потоков.  | 4            |
| 14   | 9         | Построение сети информации  | 2            |
| 15   | 10        | Клеточная модель конкуренции на рынке двух (или более) новых продуктов.   | 8            |

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ   | Кол-во часов |
|------|-----------|---|--------------|
| 16   | 11        | Моделирование случайных событий и величин   | 2            |
| 17   | 11        | Моделирование агентных моделей  | 4            |
| 18   | 12        | Имитационное моделирование для решения инженерно-вычислительных задач (методом Монте-Карло) | 6            |
|      |           | Итого:  | 68           |

#### 4.4 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 1         | Теоретические основы имитационного моделирования   | 2            |
| 2         | 2         | Основные этапы имитационного моделирования   | 2            |
| 3         | 3         | Инструментальные средства автоматизации моделирования  | 2            |
| 4,5       | 4         | Пакет имитационного моделирования AnyLogic   | 4            |
| 6         | 5         | Испытание и исследование свойств имитационной модели   | 2            |
| 7         | 6         | Технология постановки и проведения направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели | 2            |
| 8         | 7         | Виды имитационного моделирования   | 2            |
| 9, 10     | 8         | Системы массового обслуживания   | 4            |
| 11, 12    | 9         | Модели системной динамики  | 4            |
| 13        | 10        | Клеточные автоматы, их использование в моделировании   | 2            |
| 14        | 11        | Агентное моделирование   | 2            |
| 15,16     | 12        | Имитационное моделирование случайных величин   | 4            |
|           |           | Итого:   | 32           |

#### 4.5 Курсовая работа (6 семестр)

Перечень примерных тем курсовых работ:

- 1) Моделирование работы регулировочного участка цеха
- 2) Моделирование работы участка цеха, выполняющего обработку деталей
- 3) Имитационное моделирование работы парикмахерской
- 4) Разработка модели массового обслуживания покупателей на примере небольшого магазина детских товаров
- 5) Моделирование работы книговыдачи в библиотеке
- 6) Разработка системно-динамической имитационной модели на примере розничного магазина
- 7) Моделирование работы цехового склада
- 8) Разработка мультиагентной модели поведения конкурирующих производителей на условном рынке товаров и услуг
- 9) Моделирование работы автозаправочной станции
- 10) Моделирование работы разливной линии
- 11) Моделирование работы сборочного участка цеха
- 12) Разработка имитационной модели работы оборудования по производству бумаги
- 13) Моделирование работы разливной линии
- 14) Моделирование работы многоканальной системы связи передачи сообщений
- 15) Моделирование полного цикла обработки деталей в сборочном цехе
- 16) Моделирование работы грузового терминала аэропорта
- 17) Моделирование работы службы заказа такси
- 18) Моделирование работы взлетно-посадочных полос аэропорта
- 19) Моделирование распространения инфекций
- 20) Моделирование работы приемного отделения больницы

- 21) Моделирование работы цеха обжига керамических изделий
- 22) Моделирование роботизированной производственной системы
- 23) Разработка модели, описывающей движение товаров от производителя к потребителям через условную транспортную систему

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1 Березовская, Е.А. Имитационное моделирование : учебное пособие / Е.А. Березовская ; Южный федеральный университет, Экономический факультет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 76 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499496>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2426-6. – Текст : электронный.

2. Эльберг, М.С. Имитационное моделирование : учебное пособие / М.С. Эльберг, Н.С. Цыганков ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2017. – 128 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497147>. – Библиогр.: с. 124-125. – ISBN 978-5-7638-3648-6. – Текст : электронный.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Мицель, А.А. Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов : учебное пособие : [16+] / А.А. Мицель, Е.Б. Грибанова ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2016. – 218 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480884>. – Библиогр.: с. 207. – ISBN 978-5-86889-358-2. – Текст : электронный

2. Решмин, Б.И. Имитационное моделирование и системы управления: учебно-практическое пособие / Б.И. Решмин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. – 74 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444174>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0120-3. – Текст : электронный.

3. Павловский, Ю. Н. Имитационное моделирование [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. - М. : Академия, 2008. - 236 с. - (Университетский учебник. Сер. "Прикладная математика и информатика"). - Библиогр.: с. 231-233. - ISBN 978-5-7695-3967-1.

### 5.3 Периодические издания

1. Экономика и математические методы: журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2021.

2. Вестник компьютерных и информационных технологий: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2021.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. Российское общество системной динамики <http://sysdynamics.ru/>

2. Система имитационного моделирования, свободная версия для обучения <http://www.vensim.com>

3. Электронный учебник: <http://fmi.asf.ru/Library/Book/SimModel/>

4. Система имитационного моделирования AnyLogic <http://www.anylogic.ru/>

5. Вебинар «AnyLogic 7.1: работа с ГИС-картами» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/tile-gis-maps-in-7-1>

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Open Office/LibreOffice
3. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2021]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe
4. Программное обеспечение для имитационного моделирования AnyLogic Personal Learning Edition.
5. Springer [Электронный ресурс]: база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH . – Режим доступа : <https://link.springer.com/> в локальной сети ОГУ
6. Aiportal [Электронный ресурс]: база данных статей, журналов, справочных материалов искусственному интеллекту. – Режим доступа : <http://www.aiportal.ru/>
7. Хабр [Электронный ресурс]: база данных статей, журналов, справочных материалов. – Режим доступа : <https://habr.com/ru>

## **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 (проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерами.

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