

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

**Высшая школа промышленной политики и предпринимательства**

---

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Имитационное моделирование и случайные процессы**

---

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

**24.04.04 Управление в технических системах**

---

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**Математическое моделирование инженерно-экономических систем**

---

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2022 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Имитационное моделирование и случайные процессы» является формирование теоретических знаний об основных понятиях и методах построения имитационных моделей в экономике, практических навыков по настройке и применению систем имитационного моделирования для решения исследовательских и прикладных задач.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Имитационное моделирование и случайные процессы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

| Шифр  | Компетенция   | Индикаторы достижения компетенции<br>(в рамках данной дисциплины)   |
|-------|---|---|
| УК-7  | Способен к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации (в профессиональной области) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры | УК-7.1 Осуществляет поиск нужных источников информации и данных, воспринимает, анализирует, запоминает и передает информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; |
|       |   | УК-7.2 Проводит оценку информации, ее достоверность, строит логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.  |
| ОПК-4 | Способен оценить эффективность систем управления, разработанных на основе современных математических методов.   | ОПК-4.1 знает основные математические методы применяемые для оценки эффективности результатов систем управления.  |
|       |   | ОПК-4.2 умеет применять математические методы для оценки эффективности результатов систем управления.   |
|       |   | ОПК-4.3 владеет математическими методами для проведения.  |
| ОПК-9 | Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе современных информационных технологий и технических средств.  | ОПК-9.1 владеет современными информационными технологиями и техническими средствами для проведения экспериментов на действующих объектах.   |
|       |   | ОПК-9.2 умеет навыки разработки методик и волнения экспериментов на действующих объектах.   |
|       |   | ОПК-9.3 умеет навыки разработки методики и выполнения экспериментов на действующих объектах с обработкой результатов посредством информационных технологий  |

| Шифр | Компетенция   | Индикаторы достижения компетенции<br>(в рамках данной дисциплины)   |
|------|---|---|
| ПК-3 | Способен анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения. | ПК-3.1 Умеет проводить анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований  |
|      |   | ПК-3.2 Умеет формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить к публикации результаты научных исследований и формировать документы для подачи заявки на изобретение.                  |
|      |   | ПК-3.3 Участвует в анализе результатов исследований, владеет навыками формулировки рекомендаций по совершенствованию устройств и систем, а также написания статей и подачи документов на регистрацию изобретений. |
| ПК-4 | Способен решать прикладные задачи в области интеллектуализации и оптимизации процессов управления.  | ПК-4.1 Знаком с основными методами и подходами, применяемыми для решения задач в области интеллектуализации и оптимизации процессов управления.   |
|      |   | ПК-4.2 Владеет методами решения профессиональных задач в области интеллектуализации и оптимизации процессов управления.   |

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Имитационное моделирование и случайные процессы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Имитационное моделирование и случайные процессы».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

| Шифр | Наименование компетенции  | Предшествующие дисциплины/модули, практики*  | Последующие дисциплины/модули, практики* |
|------|---|--|--|
| УК-7 | Способен к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации (в | Проектирование информационно-управляющих систем<br>Современная математическая статистика в экономических задачах | Преддипломная практика<br>ГЭК<br>ГЭК     |

| <b>Шифр</b> | <b>Наименование компетенции</b>  | <b>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</b>   | <b>Последующие дисциплины/модули, практики*</b> |
|-------------|--|--|---|
|             | профессиональной области) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры  | Методы искусственного интеллекта<br>Динамика механических систем<br>Нелинейные динамические системы<br>Agile-методы разработки                                       |   |
| ОПК-4       | Способен оценить эффективность систем управления, разработанных на основе современных математических методов.  | Проектирование информационно-управляющих систем<br>Методы искусственного интеллекта<br>Современная математическая экономика  | Преддипломная практика<br>ГАК<br>ГЭК            |
| ОПК-9       | Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе современных информационных технологий и технических средств. | Современная математическая статистика в экономических задачах<br>Глубинное машинное обучение   | Преддипломная практика<br>ГАК<br>ГЭК            |
| ОПК-9       | Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе современных информационных технологий и технических средств. | Современные проблемы теории управления<br>Веб-программирование<br>Программирование мобильных устройств<br>Agile-методы разработки<br>Научно-исследовательская работа | Преддипломная практика<br>ГАК<br>ГЭК            |
| ПК-4        | Способен решать прикладные задачи в области интеллектуализации и оптимизации   | Современные проблемы теории управления<br>Компьютерные технологии в технических системах   | Преддипломная практика<br>ГАК<br>ГЭК            |

| Шифр | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины/модули, практики*  | Последующие дисциплины/модули, практики* |
|------|--------------------------|--|--|
|      | процессов управления.    | Динамика механических систем<br>Нелинейные динамические системы<br>Программирование мобильных устройств<br>Agile-методы разработки<br>Анализ больших данных в задачах экономики<br>Научно-исследовательская работа |  |

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Имитационное моделирование и случайные процессы» составляет 3 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

| Вид учебной работы                               | ВСЕГО,<br>ак.ч. | Семестр(-ы) |   |            |   |
|--|-----------------|-------------|---|------------|---|
|  |                 | 1           | 2 | 3          | 4 |
| <i>Контактная работа, ак.ч.</i>                  | 36              |             |   | 36         |   |
| Лекции (ЛК)                                      | 18              |             |   | 18         |   |
| Лабораторные работы (ЛР)                         |                 |             |   |            |   |
| Практические/семинарские занятия (СЗ)            | 18              |             |   | 18         |   |
| <i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i> | 90              |             |   | 90         |   |
| <i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i> | 18              |             |   | 18         |   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>             | ак.ч.           | <b>144</b>  |   | <b>144</b> |   |
|  | зач.ед.         | <b>4</b>    |   | <b>4</b>   |   |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

| Наименование раздела дисциплины                               | Содержание раздела (темы)   | Вид учебной работы* |
|---|---|---------------------|
| <b>Раздел 1. Основные понятия имитационного моделирования</b> | <b>Тема 1. Понятие модели. Классификация моделей.</b><br>Понятие модели и цели моделирования. Понятие модели и цели моделирования.<br>Классификация моделей по способу представления. | ЛК, СЗ              |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы)   | Вид учебной работы* |
|---------------------------------|---|---------------------|
|                                 | <p>Предметное и абстрактное моделирование.<br/> Математическая модель.<br/> Компьютерная модель.<br/> Имитационная модель.<br/> Классификация моделей по временному фактору.<br/> Математическая модель времени: непрерывное время, дискретное время, событийное время, гибридное время.<br/> Модельное время.<br/> Классификация моделей по характеру протекания процессов: модели случайных процессов.</p> <p><b>Тема 2. Этапы компьютерного моделирования.</b><br/> Формализованный подход к разработке и исследованию моделей как ориентировочная основа деятельности. Этап постановки задачи. Типы постановки задач моделирования: «что будет, если...», «как сделать, чтобы...», «анализ чувствительности». Выбор программной среды для построения модели и реализация модели. Обзор программных средств имитационного моделирования.<br/> Планирование и проведение компьютерного эксперимента. Оценка адекватности модели.</p> <p><b>Тема 3. Современные концепции имитационного моделирования. Типовые задачи имитационного моделирования.</b></p> <p><b>Тема 4. Технология создания модели в среде Anylogic</b></p> |                     |

| Наименование раздела дисциплины   | Содержание раздела (темы)  | Вид учебной работы* |
|---|--|---------------------|
|   | <p>Введение в Anylogic. Окно программы (интерфейс).<br/>           Элементы модели: проект, пакет, активный объект, эксперимент, библиотеки.<br/>           Иерархия элементов модели и правила видимости объектов.<br/>           Параметры и переменные, их типы и способы описания. Структура модели. Графическое описание поведения (карта состояний).</p>   |                     |
| <p><b>Раздел 2. Динамическая система как объект имитационного моделирования</b></p> | <p><b>Тема 5. Концепция динамической системы в имитационном моделировании.</b><br/>           Понятие динамической системы. Объектно-ориентированный подход к описанию системы: классы, параметры, методы. Структурная модель системы. Состояние системы. Поведение системы. Формы описания непрерывного поведения динамической системы. Детерминированные модели на базе классических динамических систем. Дифференциальное уравнение как способ описания непрерывного поведения системы. Описание класса: параметры и поведение. Функциональная модель системы. Уровни детализации функциональной модели. Системы непрерывные и дискретные. Способы описания непрерывного поведения. Простейшие детерминированные модели экономических процессов с</p> | <p>ЛК, СЗ</p>       |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы)   | Вид учебной работы* |
|---------------------------------|---|---------------------|
|                                 | <p>непрерывным временем:<br/>накопление<br/>капитала, производство<br/>продукции с учетом<br/>ограниченного спроса,<br/>производство продукции с<br/>учетом ограниченности<br/>ресурсов.<br/>Гибридное поведение.<br/>Примеры динамических<br/>систем с гибридным<br/>поведением.</p> <p><b>Тема 6. Способы<br/>проведения экспериментов<br/>с моделью в среде Anylogic.</b><br/>Простой эксперимент.<br/>Эксперимент с<br/>варьированием параметров.</p> <p><b>Тема 7. Концепция<br/>системной динамики.</b><br/>Понятия системной<br/>динамики: поток,<br/>накопитель, конвертор,<br/>время. Нотация системной<br/>динамики. Реализация<br/>модели жизненного цикла<br/>продукта в концепции<br/>системной динамики.</p> <p><b>Тема 8. Визуализация<br/>процесса в среде Anylogic</b><br/>Способы визуализации<br/>процесса: диаграммы,<br/>анимация объектов.<br/>Технология создания<br/>диаграмм: временных и<br/>фазовых. Анализ процесса<br/>по диаграмме. Технология<br/>создание анимации:<br/>бегунки, индикаторы,<br/>динамические объекты,<br/>статические и динамические<br/>тексты.</p> <p><b>Тема 9. Концепция блочно-<br/>событийного<br/>моделирования.</b><br/>Границы возможностей<br/>классических<br/>математических методов в<br/>экономике. Пути уточнения</p> |                     |



| Наименование раздела дисциплины                           | Содержание раздела (темы)   | Вид учебной работы* |
|---|---|---------------------|
|   | <p>имитационной модели. Блочно-событийное моделирование. Классы, порты, связи.</p> <p><b>Тема 10. Связи между объектами в среде Anylogic.</b></p> <p>Технология передачи информации от объекта к объекту: интерфейсные переменные, сигналы, сообщения.</p>  |                     |
| <p><b>Раздел 3. Моделирование случайных процессов</b></p> | <p><b>Тема 11. Случайные процессы с детерминированным временем и случайным результатом.</b></p> <p>Понятие случайного процесса. Случайные процессы с дискретными состояниями и дискретным временем (дискретные цепи Маркова). Матрица переходов. Формула определения вероятности состояний для дискретных Марковских цепей. Имитация наступления случайного события через заданный промежуток времени с заданной вероятностью.</p> <p>Имитационная модель экономического процесса с конечным числом состояний, детерминированным временем и с заданной вероятностью перехода из состояния в состояние.</p> <p><b>Тема 12. Случайные процессы со случайным временем наступления события.</b></p> <p>Случайные процессы с конечным числом состояний и случайным временем перехода из состояния в состояние (непрерывные</p> | <p>ЛК, СЗ</p>       |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы)  | Вид учебной работы* |
|---------------------------------|--|---------------------|
|                                 | <p>цепи Маркова). Понятие потока событий.<br/> Интенсивность потока.<br/> Свойства потоков событий: стационарность, ординарность, отсутствие последствия. Понятие простейшего потока.<br/> Дифференциальные уравнения Колмогорова для определения вероятности состояний непрерывных Марковских цепей.<br/> Имитационная модель экономического процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.<br/> Имитация простейшего потока событий.<br/> Эргодические и разложимые процессы. Финальные вероятности процесса.<br/> Процессы гибели и размножения. Примеры процессов.<br/> <b>Тема 13. Статистическое моделирование.</b><br/> Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования. Примеры использования метода Монте-Карло для моделирования детерминированных и случайных процессов.<br/> <b>Тема 14. Концепция агентного моделирования.</b><br/> Понятие агента.<br/> Моделирование поведения агента с помощью простейших потоков событий.<br/> Реализация концепции агентного моделирования на примере модели жизненного цикла продукта.<br/> Моделирование повторных закупок. Сигнал как способ передачи информации между</p> |                     |

| Наименование раздела дисциплины   | Содержание раздела (темы)   | Вид учебной работы* |
|---|---|---------------------|
|   | объектами. Репликация объектов.   |                     |
| <p><b>Раздел 4. Имитационное моделирование сложных экономических объектов</b></p> | <p><b>Тема 15. Процессы с комбинированным обслуживанием</b><br/>           Модели систем с несколькими узлами обслуживания с параллельным, последовательным, комбинированным обслуживанием, соединение и разветвление потоков заявок.</p> <p><b>Тема 16. Моделирование использования ресурсов при обслуживании</b><br/>           Динамические модели процессов на предприятиях и в организациях различных отраслей экономики. Моделирование ресурсов на примере обслуживания оператором заявки. Метод ABC (activity-based costing) для оценки затрат операций. Визуализация ресурсов при помощи динамических объектов. Создание виртуального стенда для проведения экспериментов. Анимация затрат системы на обслуживание процесса. Сбор статистики функционирования процесса в системе.</p> <p><b>Тема 17. Моделирование технологического процесса</b><br/>           Модель цеха предприятия: потоки деталей, конвейеры, обработка заготовок, сборочная станция, моделирование отказов оборудования, учет потерь. Визуализация процесса.</p> | <p>ЛК, СЗ</p>       |

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории                          | Оснащение аудитории   | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)             |
|--|---|--|
| Лекционная                             | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.   | нет  |
| Лаборатория                            | Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.  | нет  |
| Семинарская                            | Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.                       | нет  |
| Компьютерный класс                     | Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций. | Операционная система Windows 10, Microsoft Office Professional Plus: 2019 год (MS Word, MS Excel, MS Power Point, MS Access) |
| Для самостоятельной работы обучающихся | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.  | 436  |

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Советов Б.Я., Цехановский В.В. Информационные технологии : учебник для прикладного бакалавриата М.:Издательство Юрайт, 2019 <https://www.biblio-online.ru/bcode/431946>

2.. Кобелев Н. Б. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; под общ. ред. Н.Б. Кобелева. - Москва : КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 368 с. - ISBN 978-5-905554-17-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/961800>

3. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 254 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004675-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/933890>

#### *Дополнительная литература:*

1. Кудинов Ю.И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB - SIMULINK) : учебное пособие / Ю.И. Кудинов, Ф.Ф. Пащенко. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 312 с. - ISBN: 978-5-8114-1994-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/111198>

2. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие / А.Ю. Ощепков. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1471-0. - URL : <https://e.lanbook.com/book/104954>

#### *Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Имитационное моделирование и случайные процессы».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Имитационное моделирование и случайные процессы» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент кафедры  
Математического  
моделирования и  
информационных технологий

Должность, БУП

А.В. Юдин

Подпись

Фамилия И.О.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

И.о. Заведующий кафедрой  
Математического  
моделирования и  
информационных технологий

Наименование БУП



Подпись

А.В. Юдин

Фамилия И.О.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент кафедры  
Математического  
моделирования и  
информационных технологий

Должность, БУП



Подпись

А.В. Юдин

Фамилия И.О.