

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.05.2023 13:46:58
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

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:

27.04.04 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)

2023 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 (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 (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 Современная математическая статистика в экономических задачах	Преддипломная практика ГАК ГЭК

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	профессиональной области) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры	Методы искусственного интеллекта Динамика механических систем Нелинейные динамические системы Agile-методы разработки	
ОПК-4	Способен оценить эффективность систем управления, разработанных на основе современных математических методов.	Проектирование информационно-управляющих систем Методы искусственного интеллекта Современная математическая экономика	Преддипломная практика ГАК 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 Глубинное машинное обучение	Преддипломная практика ГАК 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 Веб-программирование Программирование мобильных устройств Agile-методы разработки Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика ГАК ГЭК
ПК-4	Способен решать прикладные задачи в области интеллектуализации и оптимизации	Современные проблемы теории управления Компьютерные технологии в технических системах	Преддипломная практика ГАК ГЭК

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	процессов управления.	Динамика механических систем Нелинейные динамические системы Программирование мобильных устройств Agile-методы разработки Анализ больших данных в задачах экономики 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 4 зачетных единиц.

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

Вид учебной работы	ВСЕГО, 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	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144		144	
	зач.ед.	4		4	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	<p>Предметное и абстрактное моделирование. Математическая модель. Компьютерная модель. Имитационная модель. Классификация моделей по временному фактору. Математическая модель времени: непрерывное время, дискретное время, событийное время, гибридное время. Модельное время. Классификация моделей по характеру протекания процессов: модели случайных процессов.</p> <p>Тема 2. Этапы компьютерного моделирования. 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. Планирование и проведение компьютерного эксперимента. Оценка адекватности модели.</p> <p>Тема 3. Современные концепции имитационного моделирования. Типовые задачи имитационного моделирования.</p> <p>Тема 4. Технология создания модели в среде Anylogic</p>	

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	<p>Введение в Anylogic. Окно программы (интерфейс). Элементы модели: проект, пакет, активный объект, эксперимент, библиотеки. Иерархия элементов модели и правила видимости объектов. Параметры и переменные, их типы и способы описания. Структура модели. Графическое описание поведения (карта состояний).</p>	
<p>Раздел 2. Динамическая система как объект имитационного моделирования</p>	<p>Тема 5. Концепция динамической системы в имитационном моделировании. 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: накопление капитала, производство продукции с учетом ограниченного спроса, производство продукции с учетом ограниченности ресурсов. Гибридное поведение. Примеры динамических систем с гибридным поведением.</p> <p>Тема 6. Способы проведения экспериментов с моделью в среде Anylogic. Простой эксперимент. Эксперимент с варьированием параметров.</p> <p>Тема 7. Концепция системной динамики. Понятия системной динамики: поток, накопитель, конвертор, время. Нотация системной динамики. Реализация модели жизненного цикла продукта в концепции системной динамики.</p> <p>Тема 8. Визуализация процесса в среде Anylogic Способы визуализации процесса: диаграммы, анимация объектов. Технология создания диаграмм: временных и фазовых. Анализ процесса по диаграмме. Технология создание анимации: бегунки, индикаторы, динамические объекты, статические и динамические тексты.</p> <p>Тема 9. Концепция блочно- событийного моделирования. Границы возможностей классических математических методов в экономике. Пути уточнения</p>	

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	<p>имитационной модели. Блочно-событийное моделирование. Классы, порты, связи.</p> <p>Тема 10. Связи между объектами в среде Anylogic.</p> <p>Технология передачи информации от объекта к объекту: интерфейсные переменные, сигналы, сообщения.</p>	
<p>Раздел 3. Моделирование случайных процессов</p>	<p>Тема 11. Случайные процессы с детерминированным временем и случайным результатом.</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. Имитационная модель экономического процесса с конечным числом состояний, детерминированным временем и с заданной вероятностью перехода из состояния в состояние.</p> <p>Тема 12. Случайные процессы со случайным временем наступления события.</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. Интенсивность потока. Свойства потоков событий: стационарность, ординарность, отсутствие последствия. Понятие простейшего потока. Дифференциальные уравнения Колмогорова для определения вероятности состояний непрерывных Марковских цепей. Имитационная модель экономического процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем. Имитация простейшего потока событий. Эргодические и разложимые процессы. Финальные вероятности процесса. Процессы гибели и размножения. Примеры процессов. Тема 13. Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования. Примеры использования метода Монте-Карло для моделирования детерминированных и случайных процессов. Тема 14. Концепция агентного моделирования. Понятие агента. Моделирование поведения агента с помощью простейших потоков событий. Реализация концепции агентного моделирования на примере модели жизненного цикла продукта. Моделирование повторных закупок. Сигнал как способ передачи информации между</p>	

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	объектами. Репликация объектов.	
<p>Раздел 4. Имитационное моделирование сложных экономических объектов</p>	<p>Тема 15. Процессы с комбинированным обслуживанием Модели систем с несколькими узлами обслуживания с параллельным, последовательным, комбинированным обслуживанием, соединение и разветвление потоков заявок.</p> <p>Тема 16. Моделирование использования ресурсов при обслуживании 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>Тема 17. Моделирование технологического процесса 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

- 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:

Профессор кафедры
Математического
моделирования и
информационных технологий

Должность, БУП



Подпись

В.П. Корнеенко

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Зав. кафедрой математического
моделирования и
информационных технологий
ВШППиП РУДН

Наименование БУП



Подпись

Т.В. Кокуйцева

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Зав. кафедрой математического
моделирования и
информационных технологий
ВШППиП РУДН



Т.В. Кокуйцева