

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 11.05.2026 20:19:48
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

Высшая школа управления

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИМУЛЯЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

38.03.02 МЕНЕДЖМЕНТ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛОГИСТИКЕ И ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Симуляционное моделирование и цифровые двойники» входит в программу бакалавриата «Интеллектуальные технологии в логистике и цепях поставок» по направлению 38.03.02 «Менеджмент» и изучается в 6 семестре 3 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 3 разделов и 17 тем и направлена на изучение методов симуляционного моделирования логистических систем и концепции цифрового двойника: дискретно-событийное моделирование (AnyLogic), агентное моделирование цепочек поставок, построение цифровых двойников складов и транспортных систем, интеграция с данными реального времени.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов практических навыков построения симуляционных моделей логистических систем в AnyLogic для анализа узких мест, оценки альтернатив и оптимизации параметров; понимания архитектуры и принципов создания цифровых двойников.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Симуляционное моделирование и цифровые двойники» 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-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-10.1 Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели формы участия государства в экономике; УК-10.2 Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей; УК-10.3 Использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом), контролирует собственные экономические и финансовые риски;
УК-12	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать 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; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	УК-12.1 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-12.2 Проводит оценку информации, ее достоверность, строит логические умозаключения на основании поступающих информации и данных;
ПК-2	Способен организовать работы с подрядчиками на рынке транспортных услуг	ПК-2.1 Способен прогнозировать и анализировать тенденции развития логистики и управления цепями поставок; ПК-2.2 Способен разрабатывать план реализации стратегии развития операционного направления логистической деятельности в области управления перевозками; ПК-2.3 Способен осуществлять мониторинг реализации операционной стратегии;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Симуляционное моделирование и цифровые двойники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Симуляционное моделирование и цифровые двойники».

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-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	Управление цифровыми цепями поставок; Стандартизация и сертификация; Управление запасами; Теория вероятности; Логистика снабжения; Управление транспортными процессами в цепях поставок; Бюджетирование и интегрированное планирование; Бизнес-анализ в логистической деятельности; Машинное обучение;	Производственная практика; Преддипломная практика; Инструменты прогнозирования и планирования в цепях поставок; Применение эволюционных алгоритмов в логистике; Аналитика принятия решений в цепочке поставок и AI-решение для цепи поставок;
УК-12	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать 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; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	Ознакомительная практика; Управление цифровыми цепями поставок; Цифровая грамотность; Основы программирования и анализ данных на Python; Цифровые инструменты и сервисы для решения профессиональных задач; Управление клиентским сервисом в цепях поставок; Машинное обучение; Бизнес-статистика;	Производственная практика; Преддипломная практика; Инструменты прогнозирования и планирования в цепях поставок; Применение эволюционных алгоритмов в логистике; Таможенное дело; Аналитика принятия решений в цепочке поставок и AI-решение для цепи поставок;
ПК-2	Способен организовать работы с подрядчиками на рынке транспортных услуг	Управление цифровыми цепями поставок; Цифровые инструменты и сервисы для решения профессиональных задач; Экономико-математические методы и модели в логистике; Управление запасами; Логистика сбыта и распределения; Управление транспортными процессами в цепях поставок; Машинное обучение;	Производственная практика; Преддипломная практика; Инструменты прогнозирования и планирования в цепях поставок; Применение эволюционных алгоритмов в логистике; Транспортные решения Last Mile Logistics; Контрактная логистика; Аналитика принятия решений в цепочке поставок и AI-решение для цепи поставок; Оптимизационные пакеты в логистике (AnyLogic, OR-Tools);

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Симуляционное моделирование и цифровые двойники» составляет «3» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			6
Контактная работа, ак.ч	34		34
Лекции (ЛК)	17		17
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17		17
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	56		56
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	18		18
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	ак.ч.	108	108
	зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Основы симуляционного моделирования	1.1	Введение в симуляционное моделирование	Зачем моделировать: анализ без риска. Типы моделирования: дискретно-событийное (DES), агентное (ABM), системная динамика (SD). Сравнение типов. AnyLogic как мультипарадигменная среда. Примеры: модель склада, порта, цепочки поставок.	ЛК
		1.2	Дискретно-событийное моделирование	Ключевые концепции DES: события, очереди, ресурсы, задержки. Библиотека Process Modeling Library в AnyLogic: Source, Queue, Delay, Resource Pool, Sink. Статистика: время ожидания, загрузка ресурсов, пропускная способность.	ЛК
		1.3	Агентное моделирование цепочек поставок	Агент как автономный объект с поведением. Моделирование поставщиков, складов, транспорта как агентов. Взаимодействие агентов: заказы, отгрузки, оплаты. Supply Chain Library в AnyLogic.	ЛК
		1.4	Первая DES-модель склада	AnyLogic: поступление заказов (Source), обработка (Delay), отгрузка (Sink). Настройка ресурсов. Запуск и сбор статистики.	СЗ
		1.5	Очереди и узкие места	AnyLogic: модель с несколькими этапами обработки. Выявление узкого места по загрузке ресурсов. Сравнение вариантов: добавить ресурс vs. ускорить процесс.	СЗ
		1.6	Агентная модель цепочки поставок	AnyLogic Supply Chain Library: поставщик → завод → склад → клиент. Настройка параметров спроса и запасов. Анализ уровня сервиса.	СЗ
Раздел 2	Цифровые двойники в логистике	2.1	Концепция цифрового двойника	Что такое цифровой двойник (Digital Twin). Уровни зрелости: от статической модели до самообновляющегося двойника. Компоненты: физический объект, цифровая модель, канал связи. Применение в логистике: двойник склада, порта, транспортного парка. Кейсы: Maersk, Siemens.	ЛК
		2.2	Архитектура цифрового двойника	IoT-данные как источник обновления модели. Интеграция: датчики → платформа → симуляция. Платформы: Microsoft Azure Digital Twins, AWS IoT TwinMaker. Обзор без технических деталей. Роль менеджера: постановка задачи, интерпретация результатов.	ЛК
		2.3	Оптимизация с помощью цифрового двойника	«What-if» анализ: тестирование сценариев без риска. Оптимизация параметров через встроенный оптимизатор AnyLogic. Непрерывная калибровка модели по реальным данным.	ЛК
		2.4	What-if анализ в AnyLogic	Модель склада: сравнение 3 сценариев (текущий, +1 оператор, автоматизация). Таблица результатов. Рекомендация.	СЗ
		2.5	Оптимизация через OptQuest	AnyLogic OptQuest: подбор оптимального числа ресурсов. Целевая функция: минимизация затрат при соблюдении уровня сервиса.	СЗ
		2.6	Концептуальный проект цифрового двойника	Группы разрабатывают концепцию цифрового двойника для заданного объекта (склад, порт, ПЦ): компоненты, данные, метрики, сценарии использования. Презентация	СЗ
Раздел 3	Продвинутое применение и итоговые проекты	3.1	Моделирование транспортных систем	AnyLogic Road Traffic Library: движение транспорта, маршруты, светофоры. Моделирование городской логистики последней мили. Метрики: время доставки, пробег, CO ₂ .	ЛК
		3.2	МО + симуляция: цифровой двойник с ИИ	Интеграция прогнозных МО-моделей с симуляцией: прогноз спроса → обновление параметров модели. Reinforcement Learning для управления симуляционной моделью (обзорно).	ЛК
		3.3	Модель городской логистики	AnyLogic: движение N курьеров по городу. Распределение заказов. Статистика: среднее время доставки, процент вовремя.	СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
		3.4	Интеграция прогноза и симуляции	Python + AnyLogic: прогноз спроса на следующую неделю (Prophet) → загрузка в симуляционную модель склада → анализ узких мест при прогнозируемой нагрузке.	СЗ
		3.5	Итоговый проект	Защита проекта (7 мин): постановка задачи → симуляционная модель → what-if анализ → оптимизация → рекомендации.	СЗ

* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/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.	
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.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Абрамов, В. И. Цифровые двойники: характеристики, типология, практики развития / В. И. Абрамов, В. В. Гордеев, А. Д. Столяров // Вопросы инновационной экономики. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 691-716.

2. Золкин, А. Л. Безопасность грузопотоков, цифровые двойники и экспертное сопровождение морской торговой логистики ЕАЭС-Китай : учебник / А. Л. Золкин, А. Н. Столярова, А. И. Пахомова, Д. А. Терсков. — Москва : Русайнс, 2026. — 180 с. — ISBN 978-5-466-11213-9.

Дополнительная литература:

1. А. В. Лапова, Е. Ю. Бармина ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА В ЛОГИСТИКЕ // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2021. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tsifrovogo-dvoynika-v-logistike>

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 <https://mega.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 «Знаниум» <https://znaniium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>
- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>
- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>
- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Симуляционное моделирование и цифровые двойники».

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

РАЗРАБОТЧИКИ

Должность

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП

Заведующий кафедрой

Должность

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО

Заведующий кафедрой

Должность

Широкова Е.П.

Фамилия И.О

Подолько П.М.

Фамилия И.О

Островская А.А.

Фамилия И.О
