

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 02.06.2025 12:22:08

Уникальный программный ключ:

ca953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Факультет искусственного интеллекта**

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ**

(наименование дисциплины/модуля)

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

**02.03.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ,**

**09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: РАЗРАБОТКА И ОБУЧЕНИЕ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2025 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Цифровые двойники» входит в программу бакалавриата «Искусственный интеллект: разработка и обучение интеллектуальных систем» по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и изучается в 5 семестре 3 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 3 разделов и 27 тем и направлена на изучение формирования у студентов представления о концепции цифровых двойников (digital twins) — виртуальных моделей физических объектов, процессов или систем, которые используются для мониторинга, анализа, оптимизации и прогнозирования их поведения в реальном времени. Курс обеспечивает теоретическую и практическую базу по принципам моделирования, сбора данных, синхронизации цифровых двойников с физическими объектами, а также по интеграции ИИ и анализа больших данных для управления и принятия решений.

Целью освоения дисциплины является сформировать у студентов комплексные знания и навыки по моделированию, созданию, внедрению и эксплуатации цифровых двойников в различных отраслях; научить их использовать данные в реальном времени, ИИ и методы анализа с целью повышения эффективности и надёжности функционирования сложных систем.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «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)
ПК-1	Способен создавать и оценивать различные модели машинного обучения, архитектуру нейронных сетей и алгоритмы искусственного интеллекта с целью выбора наиболее эффективных решений для конкретных профессиональных задач	ПК-1.1 Может выбирать подходящий алгоритм машинного обучения и архитектуру нейронных сетей для конкретной задачи, учитывая особенности данных и требования к решению; ПК-1.3 Владеет методами создания и обучения моделей с использованием различных алгоритмов и архитектур; ПК-1.4 Умеет оценивать соблюдение методологии разработки различных моделей машинного обучения, архитектур нейронных сетей и алгоритмов, анализировать качество моделей и разрабатывать стратегии для улучшения качества моделей;
ПК-2	Способен эффективно работать с большими объемами данных, включая их предварительную обработку, анализ и визуализацию, с целью извлечения полезной информации для обучения моделей искусственного интеллекта	ПК-2.1 Умеет применять широкий спектр методов предварительной обработки данных, включая сложные методы работы с различными типами данных;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Цифровые двойники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «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*
ПК-1	Способен создавать и оценивать различные модели машинного обучения, архитектуру нейронных сетей и алгоритмы искусственного интеллекта с целью выбора наиболее эффективных решений для конкретных профессиональных задач		Преддипломная практика; Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная); Эксплуатационная практика (производственная); Нейронные сети; Прикладные задачи машинного обучения; Методы машинного обучения; Основы глубокого обучения; Оптимизация моделей машинного обучения; Практикум по обработке естественного языка (NLP); Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU); Проектирование и разработка систем компьютерного зрения; <i>Анализ временных рядов**</i> ; <i>Информационный поиск**</i> ; <i>Генеративные модели**</i> ; <i>Обработка сигналов**</i> ;
ПК-2	Способен эффективно работать с большими объемами данных, включая их предварительную обработку, анализ и визуализацию, с целью извлечения полезной информации для обучения моделей искусственного интеллекта	Статистические методы и первичный анализ данных; Введение в базы данных; Программирование на языке Python; Лингвистические основы анализа естественного языка; Введение в компьютерное зрение; Программирование на языке C++; <i>Программирование на языке NodeJS**</i> ; <i>Программирование на языке Go**</i> ; Эксплуатационная практика (учебная); Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная);	<i>Информационный поиск**</i> ; <i>Анализ временных рядов**</i> ; Нейронные сети; Оптимизация моделей машинного обучения; Практикум по обработке естественного языка (NLP); Основы глубокого обучения; Проектирование и разработка систем компьютерного зрения; Преддипломная практика; Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная); Эксплуатационная практика (производственная);

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

Общая трудоемкость дисциплины «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)
			5
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	18		18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	54		54
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	0		0
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Теоретические основы цифровых двойников и сферы их применения	1.1	Введение в цифровые двойники: понятие, происхождение и история развития	ЛК
		1.2	Классификация цифровых двойников: объект, система, процесс, предприятие	ЛК
		1.3	Сферы применения цифровых двойников: промышленность, транспорт, медицина, городская инфраструктура	ЛК
		1.4	Анализ кейсов эффективного применения цифровых двойников в мировой практике	СЗ
		1.5	Обсуждение преимуществ и ограничений концепции	СЗ
		1.6	Потребности отраслей в цифровых двойниках: SWOT-анализ	СЗ
		1.7	Поиск и разбор реальных примеров цифровых двойников	ЛР
		1.8	Обзор ПО и платформ для создания цифровых двойников	ЛР
		1.9	Мини-проект: выделение и формализация объекта для потенциального цифрового двойника	ЛР
Раздел 2	Моделирование, построение и синхронизация цифрового двойника	2.1	Технологии создания цифровых моделей и прототипов	ЛК
		2.2	Архитектура цифрового двойника: элементы, уровни, интерфейсы	ЛК
		2.3	Синхронизация и интеграция: поток данных от физического объекта к цифровому двойнику	ЛК
		2.4	Обсуждение подходов к моделированию сложных объектов	СЗ
		2.5	Схемы архитектур цифровых двойников для разных задач	СЗ
		2.6	Практическая дискуссия по проблемам сбора и передачи данных	СЗ
		2.7	Создание цифровой модели простого объекта (CAD/CAE/3D-моделирование)	ЛР
		2.8	Разработка схемы передачи и обработки данных с датчиков	ЛР
		2.9	Реализация обмена данными между физической и цифровой частью (эмуляция/базовое ПО)	ЛР
Раздел 3	Аналитика, ИИ и эксплуатация цифровых двойников	3.1	Применение искусственного интеллекта, анализа данных и ML в цифровых двойниках	ЛК
		3.2	Диагностика, предиктивное обслуживание, оптимизация процессов на основе цифровых двойников	ЛК
		3.3	Перспективы развития: стандарты, этика, безопасность и будущее цифровых двойников	ЛК
		3.4	Групповой разбор сценариев внедрения интеллектуальных методов	СЗ
		3.5	Проблемы безопасности, приватности и этические вызовы (дискуссия)	СЗ
		3.6	Итоговый анализ современных трендов (круглый стол)	СЗ
		3.7	Реализация аналитического блока: анализ данных (простая ML-задача на базе цифровых данных)	ЛР
		3.8	Имитация предиктивного обслуживания объекта	ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			(сценарий неисправности и прогноза)	
		3.9	Итоговый мини-проект: создание прототипа цифрового двойника с базовым модулем ИИ/аналитики	ЛР

\* - 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.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 25 шт.), 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. Цифровые двойники: монография / [Павел Алексеевич Созинов, Григорий Иванович Андреев, Александр Юрьевич Мушков и др.]; под редакцией д.т.н., профессора

П. А. Созинова. - Москва: Радиотехника, 2022. - 311 с.: ил., табл. - (Научная серия "Принятие решений в управлении"). - ISBN 978-5-93108-221-9

2. Юсупова, Нафиса Исламовна. Модели, методы и инструменты при создании цифровых двойников. - Москва: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. - ISBN 978-5-907523-25-8

*Дополнительная литература:*

1. Фомичева Т. Л. Что такое цифровые двойники? / Т. Л. Фомичева // Самоуправление. – 2021. – № 2(124). – С. 526-529.

2. Касьянова Н.Т., Тумашева Е.С. РЫНОК ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ: СТИМУЛИРУЮЩИЕ И СДЕРЖИВАЮЩИЕ ФАКТОРЫ // Бюллетень инновационных технологий. - 2023. - № 1 (25). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynok-tsifrovyyh-dvoynikov-stimuliruyuschie-i-sderzhivayuschie-factory>

*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](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Знаниум» <https://znanium.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 «Цифровые двойники».

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

**РАЗРАБОТЧИК:**

Заведующий кафедрой  
прикладного искусственного  
интеллекта

---

*Должность, БУП*

---

*Подпись*

Подолько Павел  
Михайлович

---

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой  
прикладного искусственного  
интеллекта

---

*Должность БУП*

---

*Подпись*

Подолько Павел  
Михайлович

---

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Заведующий кафедрой  
прикладного искусственного  
интеллекта

---

*Должность, БУП*

---

*Подпись*

Подолько Павел  
Михайлович

---

*Фамилия И.О.*