

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 27.05.2026 14:42:39

Уникальный программный ключ:

ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

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

**Инженерная академия**

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ (ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ)**

(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):**

### **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ И КОСМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)» входит в программу магистратуры «Искусственный интеллект, машинное обучение и космические науки» по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра механики и процессов управления. Дисциплина состоит из 6 разделов и 15 тем и направлена на изучение методов построения систем автоматического управления на основе искусственных нейронных сетей, освоение методов решения основных задач управления с использованием нейронных сетей.

Целью освоения дисциплины является обучение студентов методам построения искусственных нейронных сетей.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)» 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-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;; УК-1.2 Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;; УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;;
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области управления аэрокосмическими системами, выбирать методы и средства решения профессиональных задач	ПК-1.1 Знает методы и средства решения задач научных исследований в области систем искусственного интеллекта и робототехнических систем;; ПК-1.2 Умеет формулировать цель и задачи научных исследований в профессиональной области;; ПК-1.3 Владеет приемами для формулировки цели и задач научных исследований, умеет выбирать методы и средства решения задач профессиональной деятельности.;
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в области управления аэрокосмическими системами	ПК-2.1 Знает современные теоретические и экспериментальные методы, применяемые для разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов профессиональной деятельности;; ПК-2.2 Умеет определять эффективность применяемых методов для разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов;; ПК-2.3 Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами для разработки математических моделей объектов и процессов профессиональной деятельности по направлению подготовки.;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)» 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 «Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)».

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-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	History and Methodology of Science;	Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning)**; Искусственные нейронные сети (Обучение с подкреплением)**; Research work / Научно-исследовательская работа; Undergraduate Training;
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области управления аэрокосмическими системами, выбирать методы и средства решения профессиональных задач		Research work / Научно-исследовательская работа; Undergraduate Training; Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning)**;
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в области управления аэрокосмическими системами	Information Technology in Mathematical Modelling; History and Methodology of Science; Virtual Reality and Computer Vision;	Research work / Научно-исследовательская работа; Undergraduate Training; Dynamics and Control of Space Systems; Искусственные нейронные сети (Обучение с подкреплением)**; Geoinformation Systems and Applications;

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

Общая трудоемкость дисциплины «Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)» составляет «5» зачетных единиц

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)
			2
Контактная работа, ак.ч	72		72
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	36		36
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	81		81
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27		27
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	ак.ч.	180	180
	зач.ед.	5	5

## 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	Основные понятия. Типология задач, решаемых методами машинного обучения. Многослойный персептрон	1.1	Определения, история развития и главные тренды искусственного интеллекта.	Характеристика искусственного интеллекта как области науки, занимающейся созданием систем, способных выполнять задачи, требующие интеллекта человека. Описание истории развития: зарождение в 1950-х годах, период зим искусственного интеллекта, возрождение с появлением методов машинного обучения. Главные тренды: глубокое обучение, большие языковые модели, генеративные нейросети, объяснимый искусственный интеллект.	ЛК, ЛР
		1.2	Биологический нейрон и его математическая модель. Типы функций активаций. Нейросети и их классификация. Математические модели специализированных нейронов.	Описание биологического нейрона как клетки, принимающей и передающей электрические сигналы через дендриты, тело клетки и аксон. Математическая модель нейрона: суммирование входных сигналов с весовыми коэффициентами, добавление смещения, применение нелинейной функции активации. Типы функций активации: пороговая, сигмоидальная, гиперболический тангенс, выпрямленная линейная единица. Классификация нейронных сетей: по архитектуре прямого распространения и рекуррентные, по способу обучения с учителем и без учителя.	ЛК, ЛР
		1.3	Многослойные нейронные сети. Представление задач регрессии, аппроксимации, идентификации, управления, сжатия данных в нейросетевом логическом базисе. Многослойный персептрон.	Представление задач регрессии, аппроксимации, идентификации, управления и сжатия данных в нейросетевом логическом базисе. Описание многослойного персептрона как нейронной сети с одним или несколькими скрытыми слоями между входным и выходным слоями. Характеристика способности многослойного персептрона аппроксимировать любую непрерывную функцию. Применение для задач классификации, регрессии и прогнозирования.	ЛК, ЛР
Раздел 2	Эволюционные методы обучения	2.1	Алгоритм обратного распространения ошибки и его модификации.	Описание алгоритма обратного распространения ошибки как основного метода обучения многослойных персептронов. Этапы алгоритма: прямой проход для вычисления выходов сети, расчёт ошибки на выходном слое, обратный проход для распространения ошибки к предыдущим слоям, корректировка весов по градиенту функции ошибки. Модификации алгоритма: метод импульса для ускорения сходимости, адаптивные методы изменения темпа обучения, методы с учётом вторых производных.	ЛК, ЛР
		2.2	Выбор оптимальных параметров сети	Характеристика проблемы выбора количества слоёв и числа нейронов в каждом слое. Описание подбора темпа обучения, момента импульса и количества эпох обучения. Проблема переобучения: когда сеть запоминает обучающие примеры, но теряет способность к обобщению. Методы борьбы с переобучением: регуляризация, ранняя остановка обучения, исключение нейронов, увеличение объёма обучающей выборки. Кросс-валидация для оценки обобщающей способности сети.	ЛК, ЛР
Раздел 3	Виды нейронных сетей	3.1	Нейронная сеть с общей регрессией.	Описание нейронной сети с общей регрессией как сети, предназначенной для аппроксимации функций и регрессионного анализа. Принцип работы: использование радиальных базисных функций для аппроксимации целевой функции. Характеристика структуры: входной слой, радиальный слой, суммационный слой. Быстрое обучение, но большой объём памяти для хранения обучающих примеров.	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
		3.2	Вероятностная нейронная сеть.	Описание вероятностной нейронной сети как сети для решения задач классификации, основанной на оценке плотности вероятности. Принцип работы: использование ядерных оценок плотности вероятности для каждого класса. Характеристика структуры: входной слой, слой суммирования для каждого класса, выходной слой с выбором класса с максимальной вероятностью. Преимущества: быстрое обучение, устойчивость к выбросам, возможность получения апостериорных вероятностей.	ЛК, ЛР
		3.3	Нейронные сети с радиальными базисными функциями.	Описание радиальных базисных сетей как сетей, использующих в скрытом слое радиальные функции, зависящие от расстояния между входным вектором и центром функции. Характеристика структуры: входной слой, скрытый слой с радиальными элементами, выходной линейный слой. Способы выбора центров: случайный выбор, кластеризация, обучение с учителем. Применение для аппроксимации функций и классификации.	ЛК, ЛР
		3.4	Нейронная сеть и самоорганизующиеся карты Кохонена	Описание самоорганизующихся карт как нейронных сетей без учителя, предназначенных для визуализации многомерных данных на пространстве низкой размерности. Принцип работы: конкурентное обучение, при котором нейрон-победитель настраивает свои веса и веса соседних нейронов. Характеристика топологии карты: прямоугольная или гексагональная сетка. Применение для кластеризации, снижения размерности, визуализации данных.	ЛК, ЛР
Раздел 4	Эволюционные методы обучения	4.1	Алгоритм обратного распространения ошибки и его модификации. Многослойные перцептроны. Выбор оптимальных параметров сети	Описание алгоритма обратного распространения ошибки как градиентного метода обучения. Характеристика проблемы выбора начальных весов: важность правильной инициализации для сходимости. Модификации алгоритма: метод сопряжённых градиентов, метод Левенберга-Марквардта, алгоритмы с адаптивным темпом обучения. Описание проблемы локальных минимумов на поверхности ошибки. Методы выхода из локальных минимумов: добавление шума к градиенту, случайный перезапуск обучения, использование стохастического градиентного спуска. Подбор архитектуры сети как отдельная задача оптимизации.	ЛК, ЛР
Раздел 5	Нейронные сети с обратными связями	5.1	Нейросети Хопфилда. Нейросетевые методы решения оптимизационно-комбинаторных задач. Нейросети Хэмминга. Распознавание образов с помощью расстояний.	Описание нейронной сети Хопфилда как рекуррентной сети с обратными связями, где каждый нейрон связан со всеми остальными. Характеристика функции энергии: сеть эволюционирует к минимуму энергии, что соответствует восстановлению эталонного образа. Применение для ассоциативной памяти: восстановление зашумлённых образов. Решение оптимизационно-комбинаторных задач на примере задачи коммивояжёра. Описание нейросети Хэмминга как сети, вычисляющей расстояние Хэмминга между входным вектором и эталонными образами. Распознавание образов с помощью метрик расстояния.	ЛК, ЛР
		5.2	Двунаправленные ассоциативные нейросети. Нейросети с обратными связями на базе перцептрона	Описание двунаправленных ассоциативных нейросетей как сетей, осуществляющих отображение между двумя множествами векторов в прямом и обратном направлениях. Характеристика структуры: два слоя нейронов, соединённые двунаправленными связями. Применение для ассоциативной памяти пар образов: по одному образу восстанавливается связанный с ним парный образ. Описание нейросетей с обратными связями на базе перцептрона: рекуррентные версии многослойных перцептронов.	ЛК, ЛР
Раздел 6	Специализированные нейросети	6.1	Глубокие нейронные сети.	Описание глубоких нейронных сетей как сетей с большим количеством скрытых слоёв, способных извлекать иерархические представления данных. Характеристика проблемы исчезающего градиента при обучении глубоких сетей. Методы преодоления: предварительное обучение слоёв без учителя, использование функций активации типа	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				выпрямленная линейная единица, пакетная нормализация, пропускающие соединения. Применение глубоких сетей в компьютерном зрении, обработке естественного языка, распознавании речи.	
		6.2	Свёрточные нейронные сети.	Описание свёрточных нейронных сетей как сетей, специально разработанных для обработки данных с сетчатой структурой, таких как изображения. Характеристика ключевых операций: свёртка с фильтрами для выделения признаков, подвыборка для уменьшения размерности, объединение по каналам. Типы слоёв: свёрточные слои, слои подвыборки, полносвязные слои. Преимущества перед полносвязными сетями: локальность связей, общие веса, инвариантность к сдвигам. Применение для распознавания объектов, сегментации изображений, детектирования границ.	ЛК, ЛР
		6.3	Рекуррентные сети.	Описание рекуррентных нейронных сетей как сетей с циклическими связями, сохраняющих внутреннее состояние во времени. Характеристика способности обрабатывать последовательности переменной длины. Проблема долгосрочных зависимостей и затухания градиента. Описание архитектур с долгой краткосрочной памятью и управляемых рекуррентных блоков, решающих проблему затухания градиента через специальные вентиляционные механизмы. Применение для машинного перевода, анализа временных рядов, генерации текста, распознавания речи.	ЛК, 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 ____ шт.), доской (экраном) 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. С.Хайкин. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. М., "Вильямс", 2006.
2. А.Н.Васильев, Д.А.Тархов. Нейростеовое моделирование. Принципы. Алгоритмы. Приложения. СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2009. ISBN 978-5-7422-2272-9
3. Mohamad H.Hassoun. Fundamentals of Artificial Neural Networks. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995.
4. Д.А.Тархов. Нейронные сети. Модели и алгоритмы. М., Радиотехника, 2005. (Научная серия "Нейрокомпьютеры и их применение", ред. А.И.Галушкин. Кн.18.)
5. С.С.Аггарвал. Neural Networks and Deep Learning. A Textbook. Springer International Publishing

### Дополнительная литература:

1. D.E.Rumelhardt, G.E.Hinton, R.J.Williams. Learning representations by back-propagating errors. Nature, 1986, V.323, pp.533-536.
2. Caudill, M. The Kohonen Model. Neural Network Primer. AI Expert, 1990, 25-31.
3. J.J.Hopfield. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. Proceedings of National Academy of Sciences of USA, 1982, V.79, No.8, pp.2554-2558.

### 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 «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 «Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)».

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

**РАЗРАБОТЧИКИ**

Доцент

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП**

Заведующий кафедрой

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО**

Профессор

Должность

**РАЗРАБОТЧИКИ**

Ассистент

Должность

Салтыкова О.А.

Фамилия И.О

Разумный Ю.Н.

Фамилия И.О

Разумный Ю.Н.

Фамилия И.О

Дам В.Н.

Фамилия И.О