

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 25.05.2026 14:14:44  
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**

### **ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS (DEEP LEARNING) / ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ (ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ)**

(наименование дисциплины/модуля)

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

#### **01.04.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

#### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ МИССИЙ И СИСТЕМ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Artificial Neural Networks (Deep Learning) / Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)» входит в программу магистратуры «Проектирование космических миссий и систем» по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» 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 methods for constructing automatic control systems based on artificial neural networks, mastering methods for solving basic control problems using neural networks.

Целью освоения дисциплины является teaching students methods of constructing artificial neural networks.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Artificial Neural Networks (Deep Learning) / 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)
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования, выбирать методы и средства решения задач	ПК-1.1 Демонстрирует владение фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий;; ПК-1.2 Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования;; ПК-1.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования.;
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки и участвовать в их реализации в виде программных продуктов	ПК-2.1 Знает современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей, инновационные инструментальные средства проектирования и элементы архитектурных решений информационных систем;; ПК-2.2 Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования;; ПК-2.3 Имеет практический опыт разработки вариантов реализации информационных систем с использованием инновационных инструментальных средств.;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Artificial Neural Networks (Deep Learning) / 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 «Artificial Neural Networks (Deep Learning) / 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*
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования, выбирать методы и средства решения задач	<i>Машинное обучение и анализ больших данных**;</i> <i>Machine Learning and Big Data Mining**;</i> Современные методы механики космического полета; Современные методы дистанционного зондирования Земли;	Современные методы механики космического полета; Геоинформационные системы и их применение; Dynamics and Control of Space Systems; <i>Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning)**;</i> <i>Искусственные нейронные сети (Обучение с подкреплением)**;</i> Разработка и безопасность веб-приложений; Технологическая практика; Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа;
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки и участвовать в их реализации в виде программных продуктов	<i>Машинное обучение и анализ больших данных**;</i> <i>Machine Learning and Big Data Mining**;</i>	Технологическая практика; Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа; Геоинформационные системы и их применение; Dynamics and Control of Space Systems; <i>Искусственные нейронные сети (Обучение с подкреплением)**;</i> <i>Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning)**;</i>

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

Общая трудоемкость дисциплины «Artificial Neural Networks (Deep Learning) / 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
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	18		18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	117		117
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		27
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

## 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	Basic concepts. Typology of problems solved by machine learning methods. Multilayer perceptron	1.1	Definitions, history of development and main trends of artificial intelligence.	Artificial intelligence as a field of science concerned with creating systems capable of performing tasks requiring human intelligence. History of development: emergence in the 1950s, periods of AI winter, revival with the advent of machine learning methods. Main trends: deep learning, large language models, generative neural networks, explainable artificial intelligence.	ЛК, ЛР
		1.2	Biological neuron and its mathematical model. Types of activation functions. Neural networks and their classification. Mathematical models of specialized neurons.	Biological neuron as a cell that receives and transmits electrical signals through dendrites, cell body, and axon. Mathematical model of a neuron: summation of weighted input signals, addition of bias, application of a non-linear activation function. Types of activation functions: threshold, sigmoid, hyperbolic tangent, rectified linear unit. Classification of neural networks: by architecture feedforward and recurrent, by learning method supervised and unsupervised.	ЛК, ЛР
		1.3	Multilayer neural networks. Representation of regression, approximation, identification, control, data compression problems in a neural network logical basis. Multilayer perceptron.	Representation of regression, approximation, identification, control, and data compression tasks in a neural network logical basis. Multilayer perceptron as a neural network with one or more hidden layers between input and output layers. Capability of the multilayer perceptron to approximate any continuous function. Applications for classification, regression, and forecasting.	ЛК, ЛР
Раздел 2	Evolutionary Teaching Methods	2.1	Backpropagation algorithm and its modifications.	Backpropagation algorithm as the primary learning method for multilayer perceptrons. Algorithm stages: forward pass to compute network outputs, error calculation at the output layer, backward pass to propagate error to previous layers, weight adjustment using the gradient of the error function. Modifications of the algorithm: momentum method for accelerating convergence, adaptive learning rate methods, methods using second derivatives.	ЛК, ЛР
		2.2	Selecting optimal network parameters	Problem of selecting the number of layers and the number of neurons in each layer. Selection of learning rate, momentum, and number of training epochs. Overfitting problem: when the network memorizes training examples but loses generalization ability. Methods for combating overfitting: regularization, early stopping, dropout, increasing training data size. Cross-validation for evaluating network generalization ability.	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 3	Types of neural networks	3.1	Neural network with general regression.	General regression neural network as a network designed for function approximation and regression analysis. Principle of operation: using radial basis functions to approximate the target function. Network structure: input layer, radial layer, summation layer. Fast training but large memory requirements for storing training examples.	ЛК, ЛР
		3.2	Probabilistic neural network.	Probabilistic neural network as a network for classification tasks based on probability density estimation. Principle of operation: using kernel density estimates for each class. Network structure: input layer, summation layer for each class, output layer selecting the class with maximum probability. Advantages: fast training, robustness to outliers, ability to obtain posterior probabilities.	ЛК, ЛР
		3.3	Neural networks with radial basis functions.	Radial basis function networks as networks using radial functions in the hidden layer that depend on the distance between the input vector and the function center. Network structure: input layer, hidden layer with radial elements, output linear layer. Methods for center selection: random selection, clustering, supervised learning. Applications for function approximation and classification.	ЛК, ЛР
		3.4	Neural network and Kohonen self-organizing maps	Self-organizing maps as unsupervised neural networks designed for visualizing multidimensional data in a low-dimensional space. Principle of operation: competitive learning where the winning neuron adjusts its weights and the weights of neighboring neurons. Map topology: rectangular or hexagonal grid. Applications for clustering, dimensionality reduction, and data visualization.	ЛК, ЛР
Раздел 4	Evolutionary teaching methods	4.1	Backpropagation algorithm and its modifications. Multilayer perceptrons. Selection of optimal network parameters	Backpropagation algorithm as a gradient-based learning method. Problem of initial weight selection: importance of proper initialization for convergence. Modifications of the algorithm: conjugate gradient method, Levenberg-Marquardt method, adaptive learning rate algorithms. Problem of local minima on the error surface. Methods for escaping local minima: adding noise to the gradient, random restart training, stochastic gradient descent. Network architecture selection as a separate optimization task.	ЛК, ЛР
Раздел 5	Feedback neural networks	5.1	Hopfield neural networks. Neural network methods for solving optimization-combinatorial problems. Hamming neural networks. Pattern recognition using distances.	Hopfield network as a recurrent network with feedback connections where each neuron is connected to all others. Energy function property: the network evolves toward an energy minimum, corresponding to pattern retrieval. Application for associative	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				memory: noise-corrupted pattern restoration. Solving optimization-combinatorial problems using the traveling salesman problem as an example. Hamming network as a network that computes the Hamming distance between the input vector and reference patterns. Pattern recognition using distance metrics.	
		5.2	Bidirectional Associative Neural Networks. Perceptron-Based Feedback Neural Networks	Bidirectional associative neural networks as networks that perform mapping between two sets of vectors in both forward and backward directions. Network structure: two layers of neurons connected by bidirectional connections. Application for associative memory of pattern pairs: retrieving the associated pair from one pattern. Recurrent neural networks based on perceptrons: recurrent versions of multilayer perceptrons.	ЛК, ЛР
Раздел 6	Specialized neural networks	6.1	Deep neural networks.	Deep neural networks as networks with many hidden layers capable of extracting hierarchical data representations. Vanishing gradient problem in training deep networks. Methods for overcoming this: unsupervised layer-wise pre-training, rectified linear unit activation functions, batch normalization, skip connections. Applications of deep networks in computer vision, natural language processing, and speech recognition.	ЛК, ЛР
		6.2	Convolutional neural networks.	Convolutional neural networks as networks specifically designed for processing grid-structured data such as images. Key operations: convolution with filters for feature extraction, pooling for dimensionality reduction, channel concatenation. Layer types: convolutional layers, pooling layers, fully connected layers. Advantages over fully connected networks: local connectivity, shared weights, translation invariance. Applications for object recognition, image segmentation, and edge detection.	ЛК, ЛР
		6.3	Recurrent networks.	Recurrent neural networks as networks with cyclic connections that maintain an internal state over time. Ability to process variable-length sequences. Problem of long-term dependencies and gradient vanishing. Architectures with long short-term memory and gated recurrent units that solve the vanishing gradient problem through special gating mechanisms. Applications for machine translation, time series analysis, text generation, and speech recognition.	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. Нейростоевое 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.Aggarwal. 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

<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 «Artificial Neural Networks (Deep Learning) / Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)».

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

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Салтыкова Ольга  
Александровна

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

*Подпись*

Разумный Юрий  
Николаевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Профессор

*Должность, БУП*

*Подпись*

Разумный Юрий  
Николаевич

*Фамилия И.О.*