

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.05.2024 15:19:17
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

Экономический факультет

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

38.04.01 ЭКОНОМИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ И БИЗНЕС-АНАЛИТИКА

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2024 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Машинное обучение» входит в программу магистратуры «Управление на основе анализа данных и бизнес-аналитика» по направлению 38.04.01 «Экономика» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Кафедра экономико-математического моделирования. Дисциплина состоит из 16 разделов и 75 тем и направлена на изучение Машинное обучение (Machine Learning — ML) — раздел Искусственного интеллекта (Artificial Intelligence — AI), активно применяющийся на практике. Во многих практических применениях AI для конкретных задач, чаще всего имеется в виду именно ML. Для подготовки данных (Data Mining) и анализа больших данных (Big Data) часто применяется наука о данных (Data Science), однако при современном уровне развития ML, все в большей степени это становится доступным для AI. Нейронные сети (Neural network), являются неотъемлемой частью Машинного обучения.

Целью освоения дисциплины является получение и применение студентами знаний, умений, навыков в области анализа больших данных и цифровизации с применением машинного обучения и искусственного интеллекта. Изучение структуры построения и эффективного обучения нейронных сетей позволят студентам понять основные принципы машинного обучения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Машинное 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)
ОПК-2	Способен применять современные техники и методики сбора данных, продвинутые методы их обработки и анализа, в том числе использовать интеллектуальные информационно-аналитические системы, при решении управленческих и экономических задач.	ОПК-2.1 Владеет современными техниками и методиками сбора данных, методами поиска, обработки, анализа и оценки информации для решения управленческих задач; ОПК-2.2 Проводит анализ и моделирование процессов управления с целью оптимизации деятельности организации; ОПК-2.3 Использует современные цифровые системы и методы при решении управленческих и исследовательских задач;
ОПК-4	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач.	ОПК-4.1 Знает современные информационные технологии и программные средства, применяемые при решении профессиональных задач.; ОПК-4.2 Владеет в полной мере навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением информационных технологий и программных средств.; ОПК-4.3 ; ОПК-4.4 ;
ОПК-6	Способен критически оценивать возможности цифровых технологий для решения профессиональных задач, работать с цифровыми данными, оценивать их источники и релевантность.	ОПК-6.1 Владеет цифровыми технологиями для успешного решения профессиональных задач; ОПК-6.2 Способен работать с цифровыми данными, оценивать их источники и релевантность; ОПК-6.3 Умеет применять общие или специализированные пакеты прикладных программ, предназначенных для выполнения профессиональных задач;
ПК-3	Способен проводить анализ	ПК-3.1 Выявляет, формирует и согласовывает требования к

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры	результатам аналитических работ с применением технологий больших данных; ПК-3.2 Планирует и организует аналитические работы с использованием технологий больших данных; ПК-3.3 Проводит подготовку данных для проведения аналитических работ по исследованию больших данных; ПК-3.4 Проводит аналитическое исследование с применением технологий больших данных в соответствии с требованиями заказчика;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Машинное обучение» относится к обязательной части 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 «Машинное 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*
ОПК-2	Способен применять современные техники и методики сбора данных, продвинутые методы их обработки и анализа, в том числе использовать интеллектуальные информационно-аналитические системы, при решении управленческих и экономических задач.	НИРМ; Инструменты обработки данных; SQL и PYTHON; Введение в многомерный статистический анализ данных; Маркетинговая аналитика;	Преддипломная практика;
ОПК-4	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач.	НИРМ; Инструменты обработки данных; SQL и PYTHON; Введение в многомерный статистический анализ данных;	Преддипломная практика;
ОПК-6	Способен критически оценивать возможности цифровых технологий для решения профессиональных задач, работать с цифровыми данными, оценивать их источники и релевантность.	Маркетинговая аналитика;	Преддипломная практика;
ПК-3	Способен проводить анализ больших данных с использованием существующей в организации	<i>Basic Econometrics with Excel**</i> ; <i>Basic Econometrics with Eviews**</i> ; Инструменты обработки данных; SQL и PYTHON; Введение в многомерный	Преддипломная практика;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	методологической и технологической инфраструктуры	статистический анализ данных;	

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Машинное 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)	
			3.1	3.2
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	63		27	36
Лекции (ЛК)	9		9	0
Лабораторные работы (ЛР)	36		18	18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	90		45	45
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		0	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	72	108
	зач.ед.	5	2	3

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	Модели нейрона	1.1	Модель биологического нейрона.	ЛК
		1.2	Искусственный нейрон. Персептрон - нейрон с пороговой функцией активации. Обучение нейрона.	ЛК
		1.3	Модель одного нейрона в полносвязной нейронной сети. Функции отклика. Функции потерь.	ЛК
Раздел 2	Типы нейронных сетей	2.1	Классификация нейронных сетей.	ЛК
		2.2	Реализация нейронных сетей.	ЛК
Раздел 3	Многослойные нейронные сети	3.1	Архитектуры нейронных сетей.	ЛК
		3.2	Слои нейронных сетей.	ЛК
		3.3	Процесс прохождения данных через нейронную сеть.	ЛК
Раздел 4	Многоклассовая классификация	4.1	Полносвязная нейросеть.	ЛК, ЛР
		4.2	Многоклассовая классификация.	ЛК, ЛР
		4.3	Практическое задание в Python.	ЛК, ЛР
Раздел 5	Обучение нейронных сетей	5.1	Эффективное обучение нейронных сетей.	ЛК, ЛР
		5.2	Обучение на больших выборках.	ЛК, ЛР
		5.3	Практическое задание в Python.	ЛК, ЛР
Раздел 6	Свёрточные нейронные сети	6.1	Операция свёртки.	ЛК, ЛР
		6.2	Архитектура свёрточной нейронной сети. Свёрточный слой. Пулинг (Pool) слой.	ЛК, ЛР
		6.3	Техника Transfer Learning.	ЛК, ЛР
		6.4	Практическое задание в Python.	ЛК, ЛР
Раздел 7	Рекуррентные нейронные сети	7.1	Forward pass.	ЛК, ЛР
		7.2	Backward pass.	ЛК, ЛР
		7.3	Архитектура рекуррентного нейрона. Long-short term memory Unit (LSTM). Схема LSTM-нейрона. Gated recurrent Unit (GRU).	ЛК, ЛР
		7.4	Двунаправленные рекуррентные нейронные сети.	ЛК, ЛР
		7.5	Практическое задание в Python.	ЛК, ЛР
Раздел 8	Применение нейронных сетей	8.1	Проблемы применения нейронных сетей.	ЛК, ЛР
		8.2	Применение нейронных сетей для обработки естественного языка и речи, компьютерного зрения и задач управления в робототехнике.	ЛК, ЛР
		8.3	Визуализация данных.	ЛК, ЛР
		8.4	Повышение экономической эффективности реальных проектов при внедрении нейронных сетей.	ЛК, ЛР
Раздел 9	Введение в искусственный интеллект (Artificial Intelligence)	9.1	История искусственного интеллекта: тест Тьюринга; персептрон Розентблатта; экспертные системы; Deep Blue; данные; Watson и DeepMind; GPT-3 и AlphaFold.	ЛК, ЛР
		9.2	Области искусственного интеллекта: Глубинное обучение (Deep learning); Data Science; Data Mining; Большие данные (Big Data).	ЛК, ЛР
		9.3	Технологии работы с большими данными.	ЛК, ЛР
		9.4	Методология управления проектами по анализу данных.	ЛК, ЛР
Раздел 10	Машинное обучение (Machine Learning)	10.1	Методы машинного обучения.	ЛК, ЛР
		10.2	Решаемые задачи.	ЛК, ЛР
		10.3	Преимущества машинного обучения.	ЛК, ЛР
		10.4	Недостатки машинного обучения.	ЛК, ЛР
Раздел	Технология машинного	11.1	Задача обучения с учителем.	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
11	обучения	11.2	Понятие «Прецедента».	ЛК, ЛР
		11.3	Тестовая выборка.	ЛК, ЛР
		11.4	Метрики.	ЛК, ЛР
		11.5	Переобучение.	ЛК, ЛР
		11.6	Математические методы машинного обучения: пороизводные, векторы, линейные модели, логистическая регрессия.	ЛК, ЛР
		11.7	Примеры.	ЛК, ЛР
		11.8	Практическое задание в Python.	ЛК, ЛР
Раздел 12	Кластеризация	12.1	Входные данные.	ЛК, ЛР
		12.2	Задача кластеризации.	ЛК, ЛР
		12.3	Кластеризация и ее применения.	ЛК, ЛР
		12.4	Кластеризации экспертным методом	ЛК, ЛР
Раздел 13	Алгоритмы кластеризации	13.1	Обзор методов кластеризации.	ЛК, ЛР
		13.2	k-Means (метод k средних).	ЛК, ЛР
		13.3	Распространения близости (Affinity Propagation).	ЛК, ЛР
		13.4	Средний сдвиг.	ЛК, ЛР
		13.5	Спектральная кластеризация.	ЛК, ЛР
		13.6	Иерархическая кластеризация.	ЛК, ЛР
		13.7	DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise).	ЛК, ЛР
		13.8	Алгоритм – ОПТИКА (OPTICS).	ЛК, ЛР
		13.9	BIRCH (сбалансированное итеративное сокращение и кластеризация с использованием иерархий — balanced iterative reducing and clustering using hierarchies).	ЛК, ЛР
		13.10	Практическое задание в Python.	ЛК, ЛР
Раздел 14	Оценка эффективности кластеризации	14.1	Скорректированный или нескорректированный индекс Рэнда (Rand).	ЛК, ЛР
		14.2	Оценки на основе взаимной информации.	ЛК, ЛР
		14.3	Однородность, полнота и V-мера.	ЛК, ЛР
		14.4	Индекс Фаулкса-Мэллоуса (FMI по шкале Fowlkes-Mallows).	ЛК, ЛР
		14.5	Коэффициент силуэта.	ЛК, ЛР
		14.6	Индекс Калински-Харабаса.	ЛК, ЛР
		14.7	Индекс Дэвиса-Болдина.	ЛК, ЛР
		14.8	Матрица непредвиденных обстоятельств.	ЛК, ЛР
		14.9	Матрица смещения пар.	ЛК, ЛР
		14.10	Практическое задание в Python.	ЛК, ЛР
Раздел 15	Инструменты для выполнения кластеризации	15.1	Представление исходных данных и их визуализация в программе Python.	ЛК, ЛР
		15.2	Алгоритмы кластеризации на языке программирования Python в библиотеке Scikit-learn.	ЛК, ЛР
		15.3	Измерение качества кластеризации.	ЛК, ЛР
		15.4	Визуализация кластерной иерархии.	ЛК, ЛР
		15.5	Практическое задание в Python.	ЛК, ЛР
Раздел 16	Приложения кластеризации	16.1	Кластеризация текстовых данных.	ЛК, ЛР
		16.2	Кластеризация данных в экономическом анализе.	ЛК, ЛР
		16.3	Практическое задание в Python.	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.	Компьютер, проектор, экран, доска с маркером, микрофон и усилитель с колонками.
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 1 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Компьютер, проектор, экран, доска с маркером. рабочие места студентов оборудованы компьютерами i5 (4 ядра) или i7 (8 ядер), от 16 ГБ оперативной памяти и диском от 512 ГБ.
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. Учебник по машинному обучению от школы анализа данных. URL: <https://ml-handbook.ru/>
2. Деви Силен, Арно Мейсман Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. – СПб. : Питер, 2017. 336 с., ISBN 978-5-496-02517-1.
 - Уэс Маккинни, Python и анализ данных: Первичная обработка данных с применением pandas, NumPy и Jupiter / пер. с англ. А. А. Слинкина. 3-е изд. – М.: МК Пресс, 2023. – 536 с.: ил.
 - Маккинли, Уэс. Python и анализ данных / Уэс Маккинли; пер. с англ. Слинкин А. А. – Москва : ДМК Пресс, 2015. – 482 с., : ил.; ISBN 978-5-97060-315-4.
 - Радослав Нейчев, Филипп Синицин. Первое знакомство с полносвязными нейросетями. Учебник. https://ml-handbook.ru/chapters/neural_nets/intro
 - Радослав Нейчев, Станислав Федотов. Метод обратного распространения ошибки. URL: https://ml-handbook.ru/chapters/neural_nets/backprop
 - Радослав Нейчев. Тонкости обучения. URL: https://ml-handbook.ru/chapters/neural_nets/training
 - Олег Бунин. Введение в архитектуры нейронных сетей. Доклад на конференции разработчиков высоконагруженных систем HighLoad++. <https://www.pvsm.ru/data-mining/265828>
 - Сверточная нейронная сеть, часть 1: структура, топология, функции активации и обучающее множество. URL: <https://habr.com/ru/post/348000/>
 - Сверточная нейронная сеть, часть 2: обучение алгоритмом обратного распространения ошибки. URL: <https://habr.com/ru/post/348028/>

- Oriol Vinyals, Alexander Toshev, Samy Bengio, Dumitru Erhan. Show and Tell: A Neural Image Caption Generator. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1411.4555> URL: <https://arxiv.org/abs/1411.4555>

- Leon A. Gatys, Alexander S. Ecker, Matthias Bethge. A Neural Algorithm of Artistic Style. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1508.06576> URL: <https://arxiv.org/abs/1508.06576>

- Alexey Dosovitskiy, Jost Tobias Springenberg, Maxim Tatarchenko, Thomas Brox. Learning to Generate Chairs, Tables and Cars with Convolutional Networks. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1411.5928> URL: <https://arxiv.org/abs/1411.5928>

Дополнительная литература:

1. Сорокин Л.В. Учебно-методический комплекс дисциплины "Анализ больших данных" [Электронный ресурс] : Рекомендуется для направления подготовки специалистов по специальности 38.04.01. Экономика. Квалификация – магистр / Л.В. Сорокин, Н.М. Баранова. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2017.

2. Фрэнкс, Билл. Укрощение больших данных: как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики / Билл Фрэнкс ; пер. с англ. Андрея Баранова. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 349 с. : ил.; ISBN 978-5-00057-146-0.

- Виктор Майер-Шенбергер, Кеннет Кукьер Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим / пер. с англ. И. Гайдюк. – Москва : Манн, Иванов и Фейбер, 2014, 231 с., ISBN 978-5-91657-936-9.

- Марц, Натан. Большие данные: принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени / Натан Марц, Джеймс Уоррен ; [пер. с англ. и ред. И. В. Берштейна]. – Москва : Вильямс, 2017. – 368 с. : ил., табл.; ISBN 978-5-8459-2075-1 : 300 экз.

- Лесковец, Юре. Анализ больших наборов данных / Юре Лесковец, Ананд Раджараман, Джеффри Д. Ульман ; пер. с англ. Слинкин А. А. – Москва : ДМК Пресс, 2016. – 498 с. : ил.; ISBN 978-5-97060-190-7.

- Big data and business analytics / ed. by Jay Liebowitz; forew. by Joe LaCugna. – Boca Raton [etc.] : CRC press, cop. 2013. – xx, 282 с. : ил.; 25 см.; ISBN 9781466565784.

- Карау, Холден. Изучаем Spark : [Текст] : молниеносный анализ данных / Холден Карау, Энди Конвински, Патрик Венделл, Матей Захария. – Москва : ДМК Пресс, 2015. – 304 с., : ил.; ISBN 978-5-97060-323-9.

- Доусон, Майкл. Программируем на Python / Майкл Доусон; [пер. с англ.: В. Порицкий]. – Москва [и др.] : Питер, 2015. – 414 с. : ил., табл.; 24 см.; ISBN 978-5-496-01071-9

- Загоруйко Н.Г. Когнитивный анализ данных [Текст] / Н. Г. Загоруйко ; Российская акад. наук, Сибирское отд-ние, Ин-т математики им. С. Л. Соболева. – Новосибирск : Гео, 2013. – 183, [3] с., [1] л. портр. : ил., цв. ил.; ISBN 978-5-906284-04-4.

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 «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.elsevier.com/locate/0167-9452>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Машинное обучение».

* - 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 «Машинное обучение» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент кафедры экономико-
математического
моделирования

Должность, БУП

Подпись

Сорокин Леонид
Владимирович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Подпись

Балашова Светлана
Алексеевна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой

Должность, БУП

Подпись

Балашова Светлана
Алексеевна

Фамилия И.О.