

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы машинного обучения

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

09.04.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области принятия решений

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01 Методы машинного обучения относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-4: Способен формировать гибкую стратегию информатизации прикладных процессов на основе интеллектуальных информационных систем (ИИС), адаптирующихся к стратегии развития предприятий	<p>ПК-4.1: Демонстрирует знание ба-зовых принципов органи-зации и основных этапов проектирования ИИС, ба-зирующихся на моделях и методах искусственного интеллекта.</p> <p>ПК-4.2: Демонстрирует умение применять системный под-ход к анализу предметной (проблемной) области с учетом перспектив ее раз-вития.</p> <p>ПК-4.3: . Имеет опыт проектиро-вания конкретной ИИС (оболочки ИИС, способной через формализм базы зна-ний адаптироваться к кон-кретным условиям приме-нения).</p>	<p>ПК-4.1: Знать основные принципы органи-зации машинного обучения, ком-поненты, модели и методы ма-шинного обучения, основанные на нейронных сетях, основные архи-тектуры нейронных сетей и их приложения.</p> <p>ПК-4.2: Уметь осуществлять обоснованных выбор архитектур нейронных се-тей, подбирать методы обучения, формировать размеченные данные, осуществлять расчет метрических параметров качества работы нейронных сетей.</p> <p>ПК-4.3: Владеть опытом решения задач с использованием нейронных сетей</p>	Задания Контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-5: Способен планировать и организовывать аналитическую деятельность на всех этапах жизненного цикла ИС	<p>ПК-5.1: Демонстрирует знание ос-новных этапов жизненного цикла ИС (ИИС).</p> <p>ПК-5.2: Демонстрирует умение планировать и организовы-вать аналитическую дея-</p>	<p>ПК-5.1: Знать профессиональные техноло-гии и инструментальные средства создания ИС на базе нейронных сетей.</p> <p>ПК-5.2:</p>	Задания	Зачёт: Контрольные вопросы

(ИИС)	тельность на всех этапах жизненного цикла ИС (ИИС). ПК-5.3: Владеет опытом планирования и организации аналитической деятельности.	Уметь планировать технологический стек и создавать каркас решения задач построения ИС на базе нейросетевого инструментария. ПК-5.3: Владеть опытом построения и адаптации программных решений на базе нейросетевого инструментария.		
-------	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	95
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение в задачи машинного обучения. Пара-метрические, непараметрические подходы. Ме-тод ближайших соседей.	10	1	2	3	7

Линейный классификатор. Функция ошибки. Регуляризация. Оптимизация.	10	1	2	3	7
Метод обратного распространения ошибки. Нейронные сети.	10	1	2	3	7
Сверточные нейронные сети.	10	1	2	3	7
Обучение нейронных сетей часть 1	10	1	2	3	7
Обучение нейронных сетей часть 2	10	1	2	3	7
Архитектуры сверточных нейронных сетей для решения задачи классификации изображений	10	1	2	3	7
Библиотеки для тренировки и запуска нейрон-ных сетей	10	1	2	3	7
Задачи локализации, сегментации и детектиро-вания объектов на изображениях	10	1	2	3	7
Визуализация нейронных сетей	11	1	2	3	8
Рекуррентные нейронные сети, модели внимания	14	2	4	6	8
. Обучение без учителя: генеративные модели	14	2	4	6	8
Распознавание изображений	14	2	4	6	8
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	144	16	32	49	95

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение в задачи машинного обучения. Параметрические, непараметрические подходы. Метод ближайших соседей.

Тема 2. Линейный классификатор. Функция ошибки. Регуляризация. Оптимизация.

Тема 3. Метод обратного распространения ошибки. Нейронные сети.

Тема 4. Сверточные нейронные сети.

Тема 5. Обучение нейронных сетей часть 1: функции активации, инициализация весов нейронной сети, предобработка данных, методы нормализации, подбор гиперпараметров

Тема 6. Обучение нейронных сетей часть 2: стратегии изменения весов нейронной сети, методы регуляризации, перенос знаний из одной нейронной сети в другую

Тема 7. Архитектуры сверточных нейронных сетей для решения задачи классификации изображений

Тема 8. Библиотеки для тренировки и запуска нейронных сетей

Тема 9. Задачи локализации, сегментации и детектирования объектов на изображениях

Тема 10. Визуализация нейронных сетей

Тема 11. Рекуррентные нейронные сети, модели внимания

Тема 12. Обучение без учителя: генеративные модели

Тема 13. Распознавание изображений

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Методы машинного обучения" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4390>).

Иные учебно-методические материалы: Пальмов, С. В. Системы и методы искусственного интеллекта : учебное пособие / С. В. Пальмов. — Самара : ПГУТИ, 2020. — 191 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/255557>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. knn классификатор.
2. SVM классификатор.
3. Softmax классификатор.
4. Нейронная сеть для признаков, извлеченных из изображения.
5. Двухслойная нейронная сеть.
6. Полносвязанная нейронная сеть.
7. Нормализация по батчу.
8. Dropout.
9. Сверточные нейронные сети.
10. Использование TensorFlow и PyTorch для классификации датасета CIFAR-10.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

1. Подписи к картинкам с помощью классической RNN.
2. Подписи к картинкам с помощью LSTM.
3. Визуализация нейронной сети: значимые области, визуализация классов, обман нейронной сети.
4. Перемещение стиля.
5. Генеративно-сопоставительные сети.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнена основная часть задания, возможно с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнено менее половины задания, есть существенные недочеты.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

На языке программирования Python написать код для тренировки линейного классификатора для классификации изображений из датасета CIFAR-10 (10 классов). Путем подбора гиперпараметров обучения необходимо получить точность не менее 35% на тестовом наборе.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю).

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы навыки	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	--	---	---	--	--------------------------------------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

kNN классификатор
SVM классификатор
Softmax классификатор
Метод обратного распространения ошибки
Методы регуляризации

Активационные функции
Стратегии изменения весов нейронной сети при обучении
Нормализационные методы
Инициализация весов нейронной сети
Архитектуры сверточных нейронных сетей
Детектирование объектов
Сегментация объектов
Локализация объектов

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

Визуализация нейронных сетей
Рекуррентные нейронные сети
Модели внимания
Вариационные автоэнкодеры
Генеративно-сопоставительные сети
Распознавание изображений (лиц)

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Остроух А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / Остроух А. В., Суркова Н. Е.; Суркова Н. Е. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 228 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-47478-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=887912&idb=0.

Дополнительная литература:

1. Романов П. С. Системы искусственного интеллекта. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / Романов П. С., Романова И. П.; Романова И. П. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 140 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-47377-9., [https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?](https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=886410&idb=0)

Action=FindDocs&ids=886410&idb=0.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Введение в нейронные сети. Бесплатный курс для самообразования на официальном сайте Интуит.ру. <https://www.intuit.ru/studies/courses/607/463/info>
2. Основы нейронных сетей. Бесплатный курс для самообразования на официальном сайте Интуит.ру. <https://www.intuit.ru/studies/courses/88/88/info>
3. Нейроинформатика. Бесплатный курс для самообразования на официальном сайте Инту-ит.ру. <https://www.intuit.ru/studies/courses/2257/141/info>
4. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
5. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
6. Среда разработки семейства MicrosoftVisualStudio, лицензия по подписке MicrosoftImagine.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 09.04.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Липкин Семен Михайлович, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.