

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.10.2023 15:39:59
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742755c180100

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
/ Е.В.Сафонов/
« 19 » 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Машинное обучение»

Направление подготовки

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Образовательная программа (профиль подготовки)

«Мехатронные системы в промышленной автоматизации»

Квалификация (степень) выпускника:

Магистр

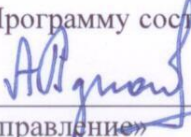
Форма обучения:

Очная

Москва 2022

Программа дисциплины «Машинное обучение» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" по профилю подготовки «Мехатронные системы в промышленной автоматизации».

Программу составил:

 А.А. Радионов – д.т.н., профессор кафедры «Автоматика и управление»

Программа дисциплины «Машинное обучение» 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и профилю подготовки «Мехатронные системы в промышленной автоматизации» утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»

«31» 08 2022 г. протокол № 1

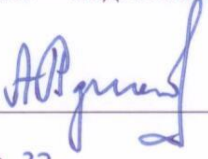
Заведующий кафедрой

доцент, к.т.н.



/А.В. Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль подготовки «Мехатронные системы в промышленной автоматизации».

 / А.А. Радионов /
«31» 08 20 22 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения.

Председатель комиссии



«13» 09 20 22 г. Протокол: № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	15.04.04.01/01.2022.08
---------------------------------	------------------------

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Машинное обучение» является формирование у студентов комплекса знаний о методах и алгоритмах машинного обучения, его применении в обработке, систематизации и прогнозировании данных о техническом процессе в интеллектуальных системах автоматизации, а также разработке кода программ машинного обучения на языке высокого уровня.

1.2. Задачи дисциплины

К **основным задачам** освоения дисциплины «Машинное обучение» следует отнести:

- создание представления о видах классических и современных алгоритмов машинного обучения.
- рассмотрение подходов к подготовке и обработке данных для обучения интеллектуальных систем;
- особенности применения типовых алгоритмов к обработке данных о различных технологических процессах;
- приобретение практических навыков написания кода программ машинного обучения на языке программирования высокого уровня;
- знакомство с системами технического зрения в системах управления промышленными объектами на основе нейросетевых алгоритмов обучения.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Машинное обучение» относится к числу обязательных дисциплин базового цикла дисциплин по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (квалификация «магистр»).

Дисциплина непосредственно связана с со следующими практиками ООП:

В вариативной части Блока 1 (Б.1.2):

- Управление промышленными мехатронными системами

В базовой части Блока 2 (Б.2.1):

- Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)

В вариативной части Блока 2 (Б.2.2):

- Производственная, технологическая (проектно-технологическая) практика

- Производственная (преддипломная) практика

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине Обучающийся должен
ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы разрабатывать математических моделей технологических процессов и объектов управления; - алгоритмы обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
<i>Аудиторные занятия:</i>	72	72
Лекции	18	18
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<i>Самостоятельная работа (СРС):</i>	144	144
Подготовка и сдача диф. зачета	40	40
Самоподготовка к практическим занятиям	60	60
Составление отчётов и подготовка к защите лабораторных работ	24	24
Подготовка отчётов по практическим работам	20	20
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

Структура и содержание дисциплины «Машинное обучение» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины «Машинное обучение»

Третий семестр

Введение

Предмет и задачи машинного обучения и анализа данных. Основные принципы, задачи и подходы, использование в различных областях промышленности. Основные понятия, классификации. Эволюция алгоритмов машинного обучения. Тенденции развития искусственного интеллекта. Обзор задач.

Классическое машинное обучение

Методы математической статистики. Обучение с учителем: линейная и полиномиальная регрессии, алгоритмы классификации. Обучение без учителя: методы кластеризации, поиск правил, обобщение. Деревья решений. Правила и анализ качества.

Ансамблевые методы

Методы группировки классических алгоритмов. Стекинг, Бэггинг, Бустинг (адаптивный и градиентный). Регрессионный анализ. Правила подготовки обучающих и тестовых выборок для ансамблей. Преимущества и недостатки.

Нейронные сети

Перцептрон. Основные понятия, виды и принципы построения нейронных сетей. Свёрточные и рекуррентные нейросети. Нейронные сети и глубокое обучение.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Машинное обучение» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ;
- обсуждение и защита лабораторных работ по дисциплине;
- подготовка, представление и обсуждение отчётов по практическим работам на занятиях;
- технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, продемонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Машинное обучение» и в целом по дисциплине составляет около 40% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 25 % от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В третьем семестре

- защита лабораторных работ;
- отчёты по практическим работ;
- дифференцированный зачет по материалам третьего семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы по лабораторным работам, теоретические и практические задания для контрольных работ.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-5	ОПК-5. Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<p>Знать: - методы разрабатывать математических моделей технологических процессов и объектов управления; - алгоритмы обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - методов разработки математических моделей технологических процессов и объектов управления; - алгоритмов обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - методов разработки математических моделей технологических процессов и объектов управления; - алгоритмов обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - методов разработки математических моделей технологических процессов и объектов управления; - алгоритмов обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - методов разработки математических моделей технологических процессов и объектов управления; - алгоритмов обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов. Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>Уметь: - разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания математических моделей машин, приводов, оборудования, систем,</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания математических моделей машин,</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания математических моделей машин,</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания математических моделей машин,</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания</p>

технологических процессов.	приводов, оборудования, систем, технологических процессов.	приводов, оборудования, систем, технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	приводов, оборудования, систем, технологических процессов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: - навыками разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов.	Обучающийся владеет навыками разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачёт.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме дифференцированного зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки.

По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Диф.зачет проводится в форме практической работы (написание программы на ПК). В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения диф.зачета их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). В состав билета входит два теоретических вопроса и практическое задание (написание программы на ПК). Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность диф.зачета 2 часа (120 минут).

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Машинное обучение» (выполнили и защитили лабораторные работы, выполнившие и сдали отчёты по практическим работам).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонд оценочных средств представлен в приложении 3 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература:

1. Коэльо, Л. П. Построение систем машинного обучения на языке Python / Л. П. Коэльо, В. Ричарт ; перевод с английского А. А. Слинкин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — ISBN 978-5-97060-330-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/82818>

2. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-409-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/100905>

7.2. дополнительная литература:

1. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — ISBN 978-5-97060-506-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105836>

2. Маккинни, У. Python и анализ данных / У. Маккинни ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-ое изд., испр. и доп. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 540 с. — ISBN 978-5-97060-590-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131721>

3. Машинное обучение. Рекомендации по выполнению лабораторных работ.

7.3 программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Перечень используемого программного обеспечения:

- интерпретатор языка Python,
- дистрибутив Anaconda (включая IDE Spyder).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

1) Компьютерные классы кафедры «Автоматика и управление»: ауд. 2614ав, 2507ав. Оборудование и аппаратура: проектор, ноутбук, материалы в электронном виде для лекций и практических работ.

Программное обеспечение: дистрибутив Anaconda

2) Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <https://lib.mospolytech.ru/> в разделе «Библиотека».

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов реализации алгоритмов машинного обучения в виде программного кода на языке Python для решения задач автоматизации, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;

- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к промежуточной аттестации.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным работам.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу (ОПК-5)

Семестр 3

1. Нормальное распределение
2. Как выбрать число k для алгоритма кластеризации «метод k -средних» (k -Means Clustering), не смотря на кластеры?
3. Методы улучшения качества модели
4. Градиентный спуск
5. Экстракторы
6. Полносвязный слой
7. Структуры данных. Скаляр, вектор. Множество и пр.
8. Функции активации
9. Приёмы генерации модельных данных
10. Проблема полноты
11. Переобучение
12. Сети Кохонена

10. Методические рекомендации для преподавателя

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля.

При подготовке к лабораторному занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме лабораторной работы.

В ходе лабораторной и практической работ во вступительном слове раскрыть практическую значимость предложенной темы, определить порядок проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса.

Студентам выдаётся задание по тематике лабораторной работы. Результатом выполнения лабораторной является отчёт, содержащий программу на языке Python, описание работы алгоритма. В заключительной части лабораторной работы следует подвести итоги: дать оценку защиты каждого студента. Ответить на вопросы студентов.

Студентам выдаётся задание по тематике практической работы. Результатом выполнения лабораторной является программа на языке Python и сопровождающие файлы с наборами данных.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, текст практических занятий, информационные ресурсы Интернета;
- программный пакет Anaconda, интерпретатор Python.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»**, образовательная программа (профиль) **«Мехатронные системы в промышленной автоматизации»**.

Приложение к рабочей программе:

1. Структура и содержание дисциплины
2. Аннотация рабочей программы дисциплины
3. Фонд оценочных средств
4. Тематика практических работ
5. Тематика и оснащение лабораторных работ

**Структура и содержание дисциплины «Машинное обучение»
по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
и профилю подготовки «Мехатронные системы в промышленной автоматизации»**

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	Подготовка к диф. зачету	Самоподготовка к практ. занятиям	Составление отчетов и подготовка к защите лаб. работ	Подготовка отчетов по практ. работам	Э	З/ДЗ
	Первый семестр													
1	Введение. Обзор задач, решаемых методом машинного обучения. Классификация алгоритмов машинного обучения	3	1	2			2		2					
2	Обзор основных библиотек языка Python для алгоритмов классического машинного обучения	3	1		2		6		2	4				
3	Практическая работа 1.	3	2		2		10			4		6		

	Алгоритм наивного Байеса												
4	Импорт данных в программу	3	2		2		6		2	4			
5	Классическое машинное обучение. Обучение с учителем. Методы математической статистики. Классификация, регрессия	3	3	2			4		4				
6	Лабораторная работа 1. Классическое машинное обучение с учителем	3	3			2	5				5		
7	Алгоритм метода опорных векторов	3	4		4		10		2	8			
8	Обучение без учителя. Кластеризация. Принципы реализации, построение выборок	3	5	2			4		4				
9	Лабораторная работа 1. Защита	3	5			2	4				4		
10	Практическая работа 2. Логистическая регрессия	3	6		2		10			4		6	
11	Формирование тестовой и обучающей выборок для технологической задачи	3	6		2		6		2	4			
12	Обучение без учителя. Уменьшение размерности. Построение выборок	3	7	2			4		4				
13	Лабораторная работа 2. Классическое машинное обучение без учителя	3	7			2	5				5		
14	Практическое программирование на алгоритмах обучения без учителя	3	8		4		10		2	8			
15	Ансамблевые методы. Беггинг, Стекинг, Бустинг	3	9	2									
16	Лабораторная работа 2. Защита	3	9			2	4				4		
17	Практическая работа 3. Обучение с подкреплением	3	10		4		14			8		6	

18	Нейронные сети. Основные понятия. Персептрон. Архитектура нейронной сети	3	11	2			4		4				
19	Лабораторная работа 3. Разработка простейшей нейросети	3	11			2	5			5			
20	Алгоритм Random Forest	3	12		4		10		2	8			
21	Рекуррентные нейронные сети	3	13	2			4		4				
22	Лабораторная работа 3. Защита	3	13			2	4			4			
23	Лабораторная работа 4. Многослойная нейронная сеть. Часть 1	3	14			2	5			5			
24	Практическая работа 4. Реализация кластеризации нейросетью	3	14		2		10			4		6	
25	Свёрточные нейронные сети	3	15	2	2		4			4			
26	Лабораторная работа 4. Многослойная нейронная сеть. Часть 2	3	16			2							
27	Возможности библиотек Python. Основы DeepLearning	3	16		4								
28	Перспективы применения алгоритмов машинного обучения в промышленности	3	17	2									
29	Лабораторная работа 4. Защита	3	17			2	4			4			
30	Подведение итогов. Рефлексия	3	18		2		14		6				
	Форма аттестации												ДЗ
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре			18	36	18	152		40	60	24	20	
	Итого часов по дисциплине			216									

Аннотация программы дисциплины

Машинное обучение

Направление подготовки

15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Профиль: Мехатронные системы в промышленной автоматизации

Квалификация (степень) выпускника: **магистр**

1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Машинное обучение» является формирование у студентов комплекса знаний о методах и алгоритмах машинного обучения, его применении в обработке, систематизации и прогнозировании данных о техническом процессе в интеллектуальных системах автоматизации, а также разработке кода программ машинного обучения на языке высокого уровня.

2. Задачи дисциплины:

Задачей дисциплины «Машинное обучение» является создание у студентов представления о видах классических и современных алгоритмов машинного обучения, особенностях применения типовых алгоритмов к обработке данных о различных технологических процессах, рассмотрение подходов к подготовке и обработке данных для обучения интеллектуальных систем, приобретение практических навыков написания кода программ машинного обучения на языке программирования высокого уровня, знакомство с системами технического зрения в системах управления промышленными объектами на основе нейросетевых алгоритмов обучения.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Машинное обучение» относится к числу обязательных дисциплин базового цикла дисциплин по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (квалификация «магистр»).

Дисциплина непосредственно связана с со следующими практиками ООП:

В вариативной части Блока 1 (Б.1.2):

- Управление промышленными мехатронными системами

В базовой части Блока 2 (Б.2.1):

- Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)

В вариативной части Блока 2 (Б.2.2):

- Производственная, технологическая (проектно-технологическая) практика
- Производственная (преддипломная) практика

4. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины должны быть достигнуты следующие результаты как этап формирования соответствующих компетенций:

знать:

- методы разрабатывать математических моделей технологических процессов и объектов управления;
- алгоритмы обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов.

уметь:

- разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

владеть:

- навыками разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов.

5. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
<i>Аудиторные занятия:</i>	72	72
Лекции	18	18
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<i>Самостоятельная работа (СРС):</i>	144	144
Подготовка и сдача диф. зачета	40	40
Самоподготовка к практическим занятиям	60	60
Составление отчётов и подготовка к защите лабораторных работ	24	24
Подготовка отчётов по практическим работам	20	20
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки: 15.04.04 "Автоматизация технологических процессов и
производств"

ОП (профиль): «Мехатронные системы в промышленной автоматизации»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:
проектно-конструкторская

Кафедра «Автоматика и управление»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Машинное обучение

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
перечень вопросов к дифференцированному зачету
 типовые вопросы к защите лабораторных работ
 типовые задания к практическим работам

Составитель:

профессор, д.т.н. Радионов А.А.

Москва, 2022 год

Показатель уровня сформированности компетенций

Машинное обучение					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ОПК-5	ОПК-5. Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы разрабатывать математических моделей технологических процессов и объектов управления; - алгоритмы обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов. 	Практические занятия, самостоятельная работа, практические работы, лабораторные работы.	ПР, ЛР	<p>Базовый уровень: Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы разрабатывать математических моделей технологических процессов и объектов управления; алгоритмы обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов. умений: разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов. навыков: разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, перенос на новые, нестандартные ситуации.</p> <p>Повышенный уровень: Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы разрабатывать математических моделей технологических процессов и объектов управления; алгоритмы обработки данных для выявления эмпирических зависимостей технологических процессов. умений: разрабатывать структуры и алгоритмы обработки данных для создания математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов. навыков: разработки программ на языке высокого уровня для анализа данных методами машинного обучения с целью создания математических моделей технологических процессов.</p>

** - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к РП.

Перечень оценочных средств по дисциплине «Машинное обучение»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практические работы (ПР)	Студентам выдается задание по тематике практических работ. Результатом выполнения задания является программа, написанная на компьютере. Правильность выполнения задания оценивается преподавателем в соответствии с заданием. Студент показывает выполненное на ПК практическое задание, которое включает в себя написание программы на языке Python.	Перечень практических работ
2	Лабораторные работы (ЛР)	Студенту выдаётся задание по тематике лабораторных работ. Результатом выполнения задания является отчёт содержащий код программы в соответствие с заданием, его описание и результаты тестирования, а также выводы по работе.	Перечень лабораторных работ

Перечень вопросов к дифференцированному зачету

Текст вопроса	Код компетенции
1. Классификация алгоритмов машинного обучения	ОПК-5
2. Классическое машинное обучение. Цели, задачи, классификация алгоритмов	ОПК-5
3. Обучение с подкреплением. Цели, задачи, классификация алгоритмов	ОПК-5
4. Ансамбли. Цели, задачи, классификация алгоритмов	ОПК-5
5. Нейронные сети. Основные понятия, структуры, виды	ОПК-5
6. Отличие алгоритмов обучение с учителем и без него	ОПК-5
7. Какие методы математической статистики применяются в машинном обучении?	ОПК-5
8. Объясните алгоритм Наивного Байеса	ОПК-5
9. Объясните, как работают алгоритмы, построенные на логистической регрессии	ОПК-5
10. Объясните принцип функционирования деревьев решений	ОПК-5
11. Объясните принцип метода опорных векторов	ОПК-5
12. Объясните алгоритм k-средних	ОПК-5
13. Объясните, как работает метод главных компонент	ОПК-5
14. Объясните алгоритм Q-learning	ОПК-5
15. Объясните алгоритм Random forest	ОПК-5
16. Объясните алгоритм Gradient boosting	ОПК-5
17. Дайте определение нейрону	ОПК-5
18. Дайте определение перцептрону	ОПК-5
19. Объясните архитектуру свёрточных нейросетей	ОПК-5
20. Объясните архитектуру рекуррентных нейросетей	ОПК-5

21. Приведите примеры наиболее распространённых ансамблевых алгоритмов с параллельной структурой	ОПК-5
22. Приведите примеры наиболее распространённых ансамблевых алгоритмов с последовательной структурой	ОПК-5
23. Объясните проблему «Отравления Байеса» для алгоритма Наивного Байеса и методы её устранения	ОПК-5
24. Объясните принцип выбора количество кластеров	ОПК-5
25. Объясните влияние количества скрытых слоёв нейросети на её работу	ОПК-5
26. Приведите примеры функций активации для различных задач, объясните свой выбор	ОПК-5
27. В каких классах задач применяется линейная регрессия?	ОПК-5
28. В каких классах задач применяется полиномиальная регрессия?	ОПК-5
29. Объясните алгоритм К-ближайших соседей (KNN)	ОПК-5
30. Объясните алгоритм К-средних (K-means)	ОПК-5

Типовые вопросы к защите лабораторных работ

Лабораторная работа №1

1. Какие существуют алгоритмы обучения с учителем?
2. Назовите алгоритмы классификации и приведите пример их применения в робототехническом комплексе.
3. Объясните разницу между машинным обучением с учителем и без.
4. Объясните суть теоремы Байеса
5. Что такое наивные байесовские классификаторы?
6. Как выбираются важные переменные при работе с набором данных?
7. Для каких технологических процессов целесообразно использовать деревья решений?

Лабораторная работа №2

1. Какие существуют алгоритмы обучения без учителя?
2. Что такое кластеризация?
3. Объясните разницу между машинным обучением с учителем и без.
4. Как работают алгоритмы ассоциаций? Приведите примеры
5. В чём суть метода k-средних
6. Для каких технологических процессов целесообразно использовать метод k-средних?
7. Объясните суть сингулярного разложения

Лабораторная работа №3

1. В чём сходство и различие ансамблей и нейросетей?
2. Объясните суть стегинга и целесообразность его применения для обучения модели управления технологическим процессом?
3. Объясните суть беггинга и целесообразность его применения для обучения модели управления технологическим процессом?
4. Объясните суть бустинга и целесообразность его применения для обучения модели управления технологическим процессом?
5. В чём основные преимущества и недостатки стегинга, беггинга и бустинга в сравнении друг с другом?

6. Опишите суть алгоритма Random forest.

Лабораторная работа №4

1. Что такое перцептрон?
2. Как можно классифицировать перцептроны?
3. В чём отличие свёрточных и рекуррентных нейросетей?
4. Дайте определение нейрона
5. В чём суть метода обратного распространения ошибки?
6. Какие возможности для обучения СУ РТК предоставляет библиотека Keras?

Типовые задания к практическим работа

Практическая работа №1

Необходимо создать обучающую выборку связывающую пол человека (мужской / женский) и длину стрижки (короткая / длинная). Обучающая выборка должна храниться в файле типа *.xls или *.xlsx. Разработать программу на языке Python основываясь на алгоритме "Наивный Байес". Обучить программу на обучающей выборке и протестировать на тестовой. Выводы о работе программы и оценку её точности привести в виде комментариев в коде или в приложенном файле *.txt. В качестве результата необходимо представить:

1. Файл кода программы *.py
2. Файл обучающей выборки
3. Файл *.txt с выводами и пояснениями (если необходимо)

Практическая работа №2

Создать обучающую выборку путём синтеза точек близких к синусоидальному закону. Координаты точек должны храниться в файле *.xls или *.xlsx. Разработать программу на языке Python основываясь на методе линейной и полиномиальной регрессии. Обучить программу на обучающей выборке и протестировать на тестовой. Выводы о работе программы и оценку её точности привести в виде комментариев в коде или в приложенном файле *.txt. В качестве результата необходимо представить:

1. Файл кода программы *.py
2. Файл обучающей выборки
3. Файл *.txt с выводами и пояснениями (если необходимо)

Практическая работа №3

Дано: 2 входа - x_1, x_2, x_3 , 1 выход - y

Выборки

	X1	X2	X3	Y
Обучающий набор 1	0	0	1	0
Обучающий набор 2	1	1	1	1
Обучающий набор 3	1	0	1	1
Обучающий набор 4	0	1	1	0
Тестовый набор	1	0	0	?

Необходимо разработать нейросеть и сделать предсказание по тестовому набору данных. Определить оптимальное количество эпох.

В качестве результата необходимо представить:

1. Файл кода программы *.py
2. Файл *.txt с выводами и пояснениями

Практическая работа №4

Предложить решение технической задачи путём разработки свёрточной нейросети. Описать иерархию и структуру разработанной нейросети, объяснить выбор функции активации.

В качестве результата необходимо представить:

1. Файл кода программы *.py
2. Файл *.txt с выводами и пояснениями

Перечень практических работ

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
1	Практическая работа 1. Алгоритм наивного Байеса	ПО Python, Anaconda	2
2	Практическая работа 2. Логистическая регрессия	ПО Python, Anaconda	2
3	Практическая работа 3. Обучение с подкреплением	ПО Python, Anaconda	2
4	Практическая работа 4. Реализация кластеризации нейросетью	ПО Python, Anaconda	2
Итого аудиторных часов			8

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
1	Лабораторная работа 1. Классическое машинное обучение с учителем	ПО Python, Anaconda	4
2	Лабораторная работа 2. Классическое машинное обучение без учителя	ПО Python, Anaconda	4
3	Лабораторная работа 3. Разработка простейшей нейронной сети	ПО Python, Anaconda	4
4	Лабораторная работа 4. Многослойная нейронная сеть	ПО Python, Anaconda	6
Итого аудиторных часов			18