

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЭМИТ

С. А. Баркалов /

17 января 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Алгоритмы машинного обучения»

Направление подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление

Профиль Бизнес-аналитика и системы больших данных

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

П.А. Головинский

Заведующий кафедрой

Инноватики и строительной
физики имени проф. И.С.

Суровцева

С.Н. Дьяконова

Руководитель ОПОП

О.С. Первалова

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Обучение основным понятиям и методам машинного обучения для анализа больших данных.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение базовых методов кластеризации, линейной и нелинейной регрессии, распознавания образов и алгоритмов оптимизации для решения интеллектуальных задач анализа больших данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Алгоритмы машинного обучения» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Алгоритмы машинного обучения» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен подготавливать данные и формировать требования к результатам аналитических работ в области анализа данных

ПК-2 - Способен проводить аналитические исследования с помощью методов системного анализа в соответствии с требованиями заказчика

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать возможности практического применения методов машинного обучения.
	Уметь выбрать метод, соответствующий поставленной задаче и подготовить данные.
	Владеть методами оценки результатов применения методов машинного обучения к анализу данных.
ПК-2	Знать требования, предъявляемые к инфраструктуре при использовании методов машинного обучения.
	Уметь сформулировать требования к разработке информационной системы с использованием методов машинного обучения.
	Владеть компетенциями машинного обучения в приложении к большим данным.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Алгоритмы машинного обучения» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	126	72	54
В том числе:			
Лекции	54	36	18
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	54	36	18
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	108	108
зач.ед.	6	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Кластеризация	Обучение без учителя. Метод К-средних. Метод ближайших соседей. Гравитационный алгоритм. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Нейронный газ. Реализация алгоритмов: Python, NumPy, SciPy, Pandas, Scikit-learn.	10	6	6	8	30
2	Обучение моделей	Обучение с учителем. Логистическая регрессия. Теорема Арнольда-Колмогорова. Целевая функция обучения. Производные логистической функции. Градиентные методы обучения. Метод Ньютона. Генетические алгоритмы. Обучение с подкреплением. Смещение и дисперсия. Гребневая регрессия. Лассо регрессия. Подготовка данных. Обучающие и тестовые выборки. Верификация модели.	10	6	6	8	30
3	Машины опорных векторов	Разделяющая гиперплоскость. Оптимальная гиперплоскость. Машина опорных векторов для распознавания образов. Ядро скалярного произведения. Теорема Мерсера. Машины опорных векторов для нелинейной регрессии. Распознавание изображений.	10	6	6	8	30
4	Деревья принятия решений	Обучение и визуализация. Выработка прогнозов. Алгоритм обучения CART. Загрязненность Джени. Энтропия.	8	6	6	10	30
5	Ансамблевое обучение и случайные леса	Бэггинг. Градиентный бустинг. Случайный поиск. Случайные деревья и случайные леса.	8	6	6	10	30
6	Работа с большими данными	Понижение размерности. Проекция. Обучение на основе многообразий. Метод главных компонент. Сжатие	8	6	6	10	30

		размерности. Ядерный анализ главных компонент. Инструменты он-лайн. Облачные технологии.					
Итого			54	36	36	54	180

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Первичный анализ набора данных.
2. Кластеризация методом K-средних.
3. Кластеризация алгоритмом Кохонена.
4. Классификация методом опорных векторов.
5. Линейная регрессия.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Построение регрессионной модели по табличным данным»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

1. Анализ задачи.
2. Выбор метода машинного обучения.
3. Выбор алгоритма машинного обучения и программы обработки данных.
4. Обучение модели с учителем и ее тестирование.
5. Анализ полученных результатов и выводы.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Перечень контрольных работ (3):

1. Меры расстояний для данных.
2. Градиенты и их вычисление.
3. Нахождение минимумов методом Ньютона.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компе-	Результаты обучения, характеризующие	Критерии	Аттестован	Не аттестован
--------	--------------------------------------	----------	------------	---------------

компетенция	сформированность компетенции	критерии оценивания		
ПК-1	Знать возможности практического применения методов машинного обучения.	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выбрать метод, соответствующий поставленной задаче и подготовить данные.	Стандартные задачи решены в полном объеме и получены верные ответы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами оценки результатов применения методов машинного обучения к анализу данных.	Решена прикладная задача в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать требования, предъявляемые к инфраструктуре при использовании методов машинного обучения.	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь сформулировать требования к разработке информационной системы с использованием методов машинного обучения.	Стандартные задачи решены в полном объеме и получены верные ответы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть компетенциями машинного обучения в приложении к большим данным.	Решена прикладная задача в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать возможности практического применения методов машинного обучения.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь выбрать метод, соответствующий поставленной задаче и подготовить данные.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами оценки результатов применения методов машинного обучения к анализу данных.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать требования,	Тест	Выполнение теста на	Выполнение менее

	предъявляемые к инфраструктуре при использовании методов машинного обучения.		70-100%	70%
	Уметь сформулировать требования к разработке информационной системы с использованием методов машинного обучения.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть компетенциями машинного обучения в приложении к большим данным.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать требования, предъявляемые к инфраструктуре при использовании методов машинного обучения.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь сформулировать требования к разработке информационной системы с	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	использованием методов машинного обучения.		ответы	задачах		
	Владеть компетенциями машинного обучения в приложении к большим данным.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Метод К-средних.

- А) Метод разделения наблюдений на К групп.
- Б) Метод усреднения наблюдений по К точкам.
- В) Метод Колмогорова определения средних величин.

2. Метод ближайших соседей.

- А) Метод обследования соседних узлов нейронной сети.
- Б) Метод для автоматической классификации.
- В) Метод определения ближайших к наблюдателю объектов.

3. Самоорганизующиеся карты Кохонена.

- А) Программа отображения синергетического эффекта взаимодействия объектов.
- Б) Программа кластеризации проецированием многомерной задачи в пространство меньшей размерности.
- В) Программа автоматической сортировки карт по географическим регионам.

4. Нейронный газ.

- А) Газ, получаемый из нейронов.
- Б) Газ, действующий на нейроны головного мозга человека
- В) Алгоритм кластеризации данных по аналогии с притяжением частиц газа.

5. Python.

- А) Разновидность алгоритма.
- Б) Название специально программы.
- В) Язык программирования.

6. SciPy.

- А) Набор специальных приемов.
- Б) Научный справочник в Python.
- В) Пакет для численных вычислений.

7. Pandas.

- А) Инструмент высокого уровня для сбора данных в сети интернет.
- Б) Библиотека на языке Python для обработки и анализа данных.
- В) Язык для написания Web-приложений.

8. Scikit-learn.

- А) Библиотека программ машинного обучения.
- Б) Библиотека программ численных расчетов.
- В) Библиотека программ для работы в сети.

9. Теорема Арнольда-Колмогорова.

- А) Теорема об устойчивости нелинейного алгоритма.

- Б) Теорема о связи теории графов с искусственными нейронами.
- В) Теорема о представимости функций многих переменных в виде суперпозиции функций одной переменной.
- 10. Логистическая функция.
 - А) Функция улучшения логистики.
 - Б) Функция активации нейрона.
 - В) Логический оператор.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Градиентные методы обучения.
 - А) Методы обучения, основанный на вычислении градиента функции ошибки
 - Б) Методы сравнения степеней интенсивности изображения.
 - В) Методы улучшения скорости сходимости алгоритма.
2. Метод Ньютона.
 - А) Метод вычисления интегралов.
 - Б) Численный метод решения дифференциальных уравнений.
 - В) Итерационный численный метод нахождения нуля функции.
3. Спектральный анализ временных рядов.
 - А) Методы определения цветовых характеристик временных рядов.
 - Б) Методы вычисления частотных спектров временных рядов.
 - В) Разложение последовательных изображений на цветовые составляющие.
4. Быстрое преобразование Фурье.
 - А) Преобразование Фурье на коротких интервалах времени.
 - Б) Эффективный метод численного преобразования Фурье.
 - В) Преобразование Фурье для определение скорости процесса.
5. Классификация рядов по типам.
 - А) Разделение рядов по трендам.
 - Б) Методом кластеризации спектров.
 - В) Разделение рядов по сезонным компонентам..
6. Радиальные базисные функции.
 - А) Функции, распределенные по радиусу.
 - Б) Функции, зависящие от расстояния до выделенного центра.
 - В) Функции, заданные в полярных координатах.
7. Теорема Ковера о разделимости множеств.
 - А) Любые два непересекающихся выпуклых множества можно разделить гиперплоскостью.
 - Б) Любые два множества с пустым пересечением делимы гиперплоскостью.
 - В) Нелинейное преобразование сложной задачи классификации образов в пространство более высокой размерности повышает вероятность линейной разделимости образов.
8. Задача интерполяции.
 - А) Восстановление пропущенных значений функции по табличным значениям.
 - Б) Промежуточные выражения для функций.
 - В) задача вычисления полиномов высокой степени.
9. Регуляризация.
 - А) Упорядочение сложного алгоритма.
 - Б) Метод добавления ограничений с целью решить некорректно поставленную задачу или предотвратить переобучение.
 - В) Метод последовательного решения задачи обучения.
10. Разделяющая гиперплоскость.
 - А) Плоскость, разделяющая в пространстве два множества.
 - Б) Плоскость, делящее пространство на два подпространство.

- В) Поверхность в многомерном пространстве.
- 11. Оптимальная гиперплоскость.
- А) Наилучшая гиперплоскость.
- Б) Разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором между множествами.
- В) Гиперплоскость максимально приближенная к обучающему множеству.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Машина опорных векторов.
 - А) Линейный классификатор с регуляризацией.
 - Б) Робот с опорными механизмами.
 - В) Базис из векторов для построения алгоритма.
2. Ядро скалярного произведения.
 - А) Ядро, обеспечивающее линейную разделимость множеств за счет нелинейного преобразования.
 - Б) Центральная часть скалярной области.
 - В) Скалярное произведение с дополнительным множителем.
3. Теорема Мерсера.
 - А) Теорема о представимости ядра в виде суммы произведений функций.
 - Б) Теорема об интегрировании последовательности.
 - В) Теорема о дифференцируемости функций.
4. Машины опорных векторов для нелинейной регрессии.
 - А) Использование нелинейного преобразования данных с последующей линейной регрессией.
 - Б) Метод нелинейного уменьшения векторов.
 - В) Метод, основанный на нелинейном изменении опорных механизмов.
5. Распознавание изображений.
 - А) Алгоритм отнесения данного изображения к определенному классу.
 - Б) Алгоритм сравнения изображения с эталоном.
 - В) Алгоритм распознавания характерных особенностей объекта.
6. Принцип построения генетического алгоритма.
 - А) Алгоритм использует молекулярный механизм ДНК.
 - Б) Алгоритм строится на основе механизма наследственности, мутаций и отбора.
 - В) Алгоритм использует рекуррентные функции многократного применения.
7. Популяция.
 - А) Множество параллельных подпрограмм.
 - Б) Набор хромосом в виде массивов чисел.
 - В) Количество пробных решений в процессе поиска.
8. Мутации.
 - А) Ошибочные решения.
 - Б) Случайные изменения параметров.
 - В) Характерное поведение алгоритма.
9. Кроссовер.
 - А) Пересечение разных ветвей программы.
 - Б) Препятствия при разработке алгоритма.
 - В) Обмен участками хромосом.
10. Отбор.
 - А) Генерация разнообразных пробных решений.
 - Б) Отбор хромосом с лучшими характеристиками.
 - В) Последовательное улучшение целевой функции.
11. Генетические алгоритмы с учетом пола.

- А) Алгоритмы, ориентированные на определенный пол пользователя.
 - Б) Алгоритмы с мужской и женской субпопуляциями.
 - В) Алгоритм определения гендерной принадлежности объекта.
12. Эффект Болдуина.
- А) Появление потомков с близкими генами.
 - Б) Отбор хромосом на основе экземпляров с обучением.
 - В) Быстрая сходимость алгоритма к целевому значению.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Обучение без учителя.
2. Принципы кластеризации.
3. Задачи классификации.
4. Целевая функция обучения.
5. Метод наименьших квадратов.
6. Способность модели к обобщению.
7. Проблема оптимизации в машинном обучении.
8. Проблема переобучения.
9. Соотношение машинного обучения и глубокого обучения.
10. Нормировка входных данных машинного обучения.
11. Проблема пропущенных данных.
12. Необходимость слабой корреляции обучающих примеров.
13. Проблема поиска глобального минимума.
14. Градиентный спуск.
15. Случайный градиентный спуск.
16. Эволюционные методы оптимизации.
17. Гравитационный алгоритм оптимизации.
19. Метод K-средних кластеризации данных.
20. Некорректные обратные задачи и проблема обучения.
21. Гребневая регрессия.
22. Регрессия лассо.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Метод K-средних.
2. Метод ближайших соседей.
3. Самоорганизующиеся карты.
4. Гравитационный алгоритм кластеризации.
6. SciPy.
7. Pandas.
8. Scikit-learn.
9. Теорема Арнольда-Колмогорова.
10. Производные логистической функции.
11. Градиентные методы обучения.
12. Метод Ньютона.
13. Бустинг.
14. Бэггинг.
15. Дисперсия и смещение.
16. Радиальные базисные функции.
17. Обучение с подкреплением.

18. Задача интерполяции.
19. Регуляризация.
20. Разделяющая гиперплоскость.
21. Оптимальная гиперплоскость.
22. Машина опорных векторов для распознавания образов.
23. Ядро скалярного произведения.
24. Теорема Мерсера.
25. Машины опорных векторов для нелинейной регрессии.
26. Распознавание изображений.
27. Принцип построения генетического алгоритма.
28. Популяция.
30. Кроссовер.
32. Деревья принятия решений.
33. Случайные деревья и леса.
34. Облачные технологии машинного обучения.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Кластеризация	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен.
2	Обучение моделей	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе, экзамен.
3	Машины опорных векторов	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен.
4	Деревья принятия решений	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа,
5	Ансамблевое обучение и случайные леса	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, экзамен.
6	Работа с большими данными	ПК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, экзамен.

			работ, экзамен.
--	--	--	-----------------

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Головинский П.А. Математические модели. Теоретическая физика и анализ сложных систем. От нелинейных колебаний до искусственных нейронов и сложных систем. Книга 2. М.: URSS, ISBN: 978-5-397-06001-1, 2022.
2. Головинский П.А., Суровцев И.С. Интеллектуальные информационные системы: теоретические основы и приложения. Воронеж: изд-во «Цифровая полиграфия», 2015.
2. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. СПб: Питер, ISBN: 978-5-496-02536-2, 2018.
5. Ян Гудфеллоу, Аарон Курвилль, Йошуа Бенджио. Глубокое обучение. М.: ДМК Пресс, ISBN: 978-5-97060-618-6, 2018.
6. Хайкин С. Нейронные сети. М.: Вильямс, ISBN: 978-5-8459-2069-0, 2019.
- О. Жерон. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow. СПб.: Диалектика, 2020.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных

профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

https://nnov.hse.ru/bipm/project_1

<https://github.com/demidovakatyavvedenie-mashinnoe-obuchenie>

<https://vk.com/@tproger-ml-compilation>

<https://ru.stackoverflow.com/questions/454683/Книги-и-другие-материалы-для-обучения/454684#454684>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Компьютерный класс с установленным языком и программами Python.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Алгоритмы машинного обучения» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета моделей машинного обучения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические

работа	знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--