

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «БАЙКАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д.юр.н., доц. Васильева Н.В.



30.06.2022г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.Э.1. Введение в нейронные сети и машинное обучение

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль): Информационные системы и технологии в
управлении

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

	Очная ФО	Заочная ФО
Курс	4	4
Семестр	41	41
Лекции (час)	28	6
Практические (сем, лаб.) занятия (час)	56	14
Самостоятельная работа, включая подготовку к экзаменам и зачетам (час)	132	196
Курсовая работа (час)		
Всего часов	216	216
Зачет (семестр)		
Экзамен (семестр)	41	41

Иркутск 2022

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 09.03.03
Прикладная информатика.

Автор В.Р. Абдуллин

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры
математических методов и цифровых технологий

Заведующий кафедрой А.В. Родионов

Дата актуализации рабочей программы: 30.06.2023

Дата актуализации рабочей программы: 28.06.2024

Дата актуализации рабочей программы: 30.06.2025

1. Цели изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование знаний и умений, связанных с способностью разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС. Знания и умения приобретаемые в процессе изучения дисциплины имеют широкую сферу применения: рекомендательные системы, системы медицинской диагностики, задачи привлечения и удержания клиентов, кредитный скоринг, категоризация текстовых документов и т.д. Дисциплина закладывает основу для специалистов, способных не только применять готовые модели, но и совершенствовать их, создавая более умные, безопасные и социально ориентированные системы ИИ. Это ключевой шаг для подготовки кадров, которые будут формировать будущее технологий.

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

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код компетенции по ФГОС ВО	Компетенция
ПК-4	Способен разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС

Структура компетенции

Компетенция	Формируемые ЗУНы
ПК-4 Способен разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС	З. Знать, как разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС У. Уметь разрабатывать архитектуру, дизайна, информационное обеспечение и прототип ИС Н. Владеть навыками разработки архитектуры, дизайна, информационного обеспечения и прототипа ИС

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Принадлежность дисциплины - БЛОК 1 ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛИ): Элективная дисциплина.

Предшествующие дисциплины (освоение которых необходимо для успешного освоения данной): "Математика", "Основы алгоритмизации", "Программирование", "Теория вероятностей и математическая статистика", "Численные методы", "Базы данных", "Анализ больших данных", "Эконометрика"

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. ед., 216 часов.

Вид учебной работы	Количество часов (очная ФО)	Количество часов (заочная ФО)
Контактная(аудиторная) работа		
Лекции	28	6
Практические (сем, лаб.) занятия	56	14

Самостоятельная работа, включая подготовку к экзаменам и зачетам	132	196
Всего часов	216	216

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание разделов дисциплины

Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самостоят. раб.	В интерактивной форме	Формы текущего контроля успеваемости
1	Введение в машинное обучение	41	2	4	66		Лабораторная работа №1. Лабораторная работа №2. Лабораторная работа №3
2	Введение в нейронные сети	41	2	4	48		Лабораторная работа №4
3	Введение в глубокое обучение	41	2	6	82		Лабораторная работа №5. Лабораторная работа №6. Лабораторная работа №7
	ИТОГО		6	14	196		

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самостоят. раб.	В интерактивной форме	Формы текущего контроля успеваемости
1	Введение в машинное обучение	41	10	20	46		Лабораторная работа №1. Лабораторная работа №2. Лабораторная работа №3
2	Введение в нейронные сети	41	6	12	28		Лабораторная работа №4
3	Введение в глубокое обучение	41	12	24	58		Лабораторная работа №5. Лабораторная работа №6. Лабораторная работа №7
	ИТОГО		28	56	132		

5.2. Лекционные занятия, их содержание

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание
1	Введение в машинное обучение	Что такое машинное обучение (ML)? Типы задач: обучение с учителем (классификация, регрессия), без учителя (кластеризация), с подкреплением. Основные понятия: признаки, модель, обучающие и тестовые данные. Примеры применения: распознавание изображений, рекомендательные системы.
2	Линейная регрессия и градиентный спуск	Линейная регрессия как базовая модель. Функция потерь (MSE). Метод градиентного спуска решения задач оптимизации. Практический пример на синтетических данных.
3	Логистическая регрессия и классификация	От регрессии к классификации: сигмоидальная функция. Функция потерь. Оценка качества: точность, матрица ошибок, ROC-кривая.
4	Решающие деревья и ансамбли	Алгоритмы построения решающих деревьев (ID3, CART). Понятие ансамблей: бэггинг, случайный лес. Градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM).
5	Переобучение и регуляризация	Проблема переобучения и недообучения. Методы регуляризации: L1 (лассо), L2 (ридж). Кросс-валидация и ранняя остановка.
6	Введение в нейронные сети	История: от перцептрона Розенблатта к глубокому обучению. Нейрон как универсальный аппроксиматор. Архитектура многослойного перцептрона (MPL).
7	Обучение нейронных сетей	Функции активации: ReLU, sigmoid, tanh, SoftMax. Обратное распространение ошибки. Оптимизаторы: SGD, Adam.
8	Практические аспекты обучения	Подготовка данных: нормализация, аугментация. Выбор гиперпараметров: скорость обучения, размер батча. Инструменты: обзор TensorFlow/PyTorch, Keras.
9	Сверточные нейронные сети (CNN)	Принципы CNN: свертки, пулинг, полносвязные слои. Архитектуры: LeNet, AlexNet, ResNet. Применение: классификация изображений, обработка видео.
10	Рекуррентные нейронные сети (RNN)	Обработка последовательностей: RNN, LSTM, GRU. Примеры: прогнозирование временных рядов, генерация текста. Проблема исчезающего градиента.
11	Обработка естественного языка (NLP)	Векторизация текста: TF-IDF, Word2Vec, BERT. Задачи: классификация текстов, машинный перевод. Трансформеры и внимание (attention mechanism).
12	Генеративные модели	Автоэнкодеры: сжатие и восстановление данных. Generative Adversarial Networks (GAN). Примеры: генерация изображений, стилизация.
13	Современные тренды и инструменты	Обзор библиотек Hugging Face, PyTorch Lightning. Transfer learning и предобученные модели. Облачные платформы: Google Colab, AWS SageMaker.
14	Этические аспекты и будущее AI	Смещение в данных и алгоритмах. Проблемы приватности и безопасности. Тренды: Explainable AI (XAI), нейроморфные вычисления. Итоги курса и рекомендации для дальнейшего изучения.

5.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ раздела и темы	Содержание и формы проведения
1	Работа с данными в Python. Знакомство с инструментами (Python, Jupyter, библиотеки Pandas, NumPy, Matplotlib).
1	Разбор реальных примеров задач ML. Анализ датасетов. Формулировка гипотез для задач классификации и регрессии.
1	Реализация линейной регрессии с нуля. Написание кода для градиентного спуска. Визуализация процесса обучения.
1	Использование библиотек (scikit-learn). Решение задачи регрессии на реальных данных (например, предсказание цен на дома).
1	Логистическая регрессия с нуля. Реализация сигмоиды, функции потерь и градиентного спуска.
1	Классификация и оценка качества. Работа с метриками (точность, F1-score). Построение ROC-кривой и матрицы ошибок.
1	Построение решающих деревьев вручную. Расчет прироста информации (энтропия, Gini).
	-
1	Случайный лес и градиентный бустинг. Сравнение Bagging и Boosting на датасете (например, MNIST).
1	Регуляризация на примере L1/L2. Сравнение моделей с регуляризацией и без.
1	Кросс-валидация и подбор гиперпараметров. GridSearchCV и RandomizedSearchCV в scikit-learn.
2	Реализация перцептрона с нуля. Код для прямого распространения и активации.
2	Знакомство с TensorFlow/Keras. Построение MLP для задачи классификации.
2	Backpropagation вручную. Расчет градиентов для простой сети.
2	Оптимизаторы SGD и Adam. Сравнение скорости сходимости на примере MNIST.
2	Предобработка данных. Нормализация, работа с пропусками, аугментация для изображений.
2	Тюнинг гиперпараметров. Подбор learning rate, batch size, архитектуры сети.
3	Свертки и пулинг вручную. Реализация операций свертки на матрицах.
3	Построение CNN для классификации изображений. Примеры на CIFAR-10 с использованием Keras.
3	Работа с последовательностями (LSTM). Прогнозирование временных рядов (например, stock prices).
3	Генерация текста с помощью RNN. Обучение модели на текстовых данных (например, стихи).
3	Векторизация текста (TF-IDF, Word2Vec). Классификация текстов с помощью BERT.
3	Трансформеры и внимание. Fine-tuning предобученной модели (например, Hugging Face).
3	Автоэнкодеры для сжатия данных. Визуализация скрытого пространства.
3	GAN: Генерация изображений. Обучение GAN на датасете (например, MNIST).
3	Transfer Learning. Использование предобученных моделей (ResNet, GPT-2).
3	Работа в облаке. Обучение модели на GPU/TPU.
3	Анализ кейсов: смещение в данных. Разбор примеров (например, смещенные алгоритмы распознавания лиц).

№ раздела и темы	Содержание и формы проведения
3	Защита итоговых проектов. Презентации проектов, обсуждение.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (полный текст приведен в приложении к рабочей программе)

6.1. Текущий контроль

№ п/п	Этапы формирования компетенций (Тема из рабочей программы дисциплины)	Перечень формируемых компетенций по ФГОС ВО	(ЗУНы: (З.1...З.п, У.1...У.п, Н.1...Н.п)	Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы (Наименование оценочного средства)	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания (по 100-балльной шкале)
1	1. Введение в машинное обучение	ПК-4	З.Знать, как разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС У.Уметь разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС Н.Владеть навыками разработки архитектуры, дизайна, информационного обеспечения и прототипа ИС	Лабораторная работа №1	Выполненная лабораторная работа оценивается в 10 баллов (10)
2		ПК-4	З.Знать, как разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС У.Уметь разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС Н.Владеть навыками разработки архитектуры, дизайна, информационного обеспечения и прототипа ИС	Лабораторная работа №2	Выполненная лабораторная работа оценивается в 15 баллов (15)
3		ПК-4	З.Знать, как разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и	Лабораторная работа №3	Выполненная лабораторная работа оценивается в 15 баллов (15)

№ п/п	Этапы формирования компетенций (Тема из рабочей программы дисциплины)	Перечень формируемых компетенций по ФГОС ВО	(ЗУНы: (З.1...З.п, У.1...У.п, Н.1...Н.п)	Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы (Наименование оценочного средства)	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания (по 100- балльной шкале)
			прототип ИС У.Уметь разрабатывать архитектуру, дизайна, информационное обеспечение и прототип ИС Н.Владеть навыками разработки архитектуры, дизайна, информационного обеспечения и прототипа ИС		
4	2. Введение в нейронные сети	ПК-4	З.Знать, как разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС У.Уметь разрабатывать архитектуру, дизайна, информационное обеспечение и прототип ИС Н.Владеть навыками разработки архитектуры, дизайна, информационного обеспечения и прототипа ИС	Лабораторная работа №4	Выполненная лабораторная работа оценивается в 15 баллов (15)
5	3. Введение в глубокое обучение	ПК-4	З.Знать, как разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС У.Уметь разрабатывать архитектуру, дизайна, информационное обеспечение и прототип ИС Н.Владеть навыками разработки архитектуры, дизайна, информационного обеспечения и прототипа ИС	Лабораторная работа №5	Выполненная лабораторная работа оценивается в 15 баллов (15)
6		ПК-4	З.Знать, как разрабатывать архитектуру, дизайн,	Лабораторная работа №6	Выполненная лабораторная работа

№ п/п	Этапы формирования компетенций (Тема из рабочей программы дисциплины)	Перечень формируемых компетенций по ФГОС ВО	(ЗУНы: (З.1...З.п, У.1...У.п, Н.1...Н.п)	Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы (Наименование оценочного средства)	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания (по 100- балльной шкале)
			информационное обеспечение и прототип ИС У.Уметь разрабатывать архитектуру, дизайна, информационное обеспечение и прототип ИС Н.Владеть навыками разработки архитектуры, дизайна, информационного обеспечения и прототипа ИС		оценивается в 15 баллов (15)
7		ПК-4	З.Знать, как разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС У.Уметь разрабатывать архитектуру, дизайна, информационное обеспечение и прототип ИС Н.Владеть навыками разработки архитектуры, дизайна, информационного обеспечения и прототипа ИС	Лабораторная работа №7	Выполненная лабораторная работа оценивается в 15 баллов (15)
				Итого	100

6.2. Промежуточный контроль (зачет, экзамен)

Рабочим учебным планом предусмотрен Экзамен в семестре 41.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ:

1-й вопрос билета (40 баллов), вид вопроса: Тест/проверка знаний. Критерий: один правильный ответ на вопрос теста оценивается в 4 балла.

Компетенция: ПК-4 Способен разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС

Знание: Знать, как разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС

1. Алгоритм SAG
2. Алгоритм построения решающего дерева
3. Бэггинг и случайный лес
4. Градиентные методы численной минимизации и алгоритм SG
5. Градиентный бустинг
6. Градиентный бустинг: модификации и эвристики
7. Гребневая регрессия
8. Иерархическая кластеризация
9. Кластеризация и визуализация
10. Композиции алгоритмов
11. Линейная регрессия
12. Линейные методы классификации
13. Логистическая регрессия
14. Машинное обучение в прикладных задачах
15. Метод LASSO
16. Метод ближайших соседей
17. Метод обратного распространения ошибки
18. Метод окна Парзена
19. Метод опорных векторов
20. Метод опорных векторов. Обобщение для нелинейного случая
21. Метод стохастического градиента. Достоинства и недостатки
22. Метод стохастического градиента. Постановка задачи
23. Метрики качества классификации
24. Метрические методы классификации
25. Метрические методы классификации в задаче восстановления регрессии
26. Многоклассовая классификация
27. Нейронные сети
28. Нелинейные методы понижения размерности
29. Обзор алгоритмов
30. Обнаружение выбросов
31. Обработка пропусков. Достоинства и недостатки решающих деревьев
32. Оценивание качества
33. Понижение размерности и метод главных компонент
34. Предобработка данных
35. Применение классификации в решении задач частичного обучения
36. Применение кластеризации в решении задач частичного обучения
37. Примеры применения машинного обучения
38. Проблема переобучения. Методология решения задач машинного обучения
39. Работа с категориальными и текстовыми признаками
40. Работа с числовыми признаками
41. Регуляризованная логистическая регрессия
42. Решающие деревья
43. Решение задачи многомерной линейной регрессии с помощью сингулярного разложения
44. Способы устранения недостатков решающих деревьев
45. Стандартные эвристики
46. Формальная постановка задачи машинного обучения
47. Частичное обучение
48. Этапы анализа данных

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ УМЕНИЙ:

2-й вопрос билета (30 баллов), вид вопроса: Задание на умение. Критерий: полнота и правильность выполнения задания.

Компетенция: ПК-4 Способен разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС

Умение: Уметь разрабатывать архитектуру, дизайна, информационное обеспечение и прототип ИС

Задача № 1. Важность признаков

Задача № 2. Выбор метрики

Задача № 3. Выбор числа соседей

Задача № 4. Градиентный бустинг над решающими деревьями

Задача № 5. Нормализация признаков

Задача № 6. Опорные объекты

Задача № 7. Размер случайного леса

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ НАВЫКОВ:

3-й вопрос билета (30 баллов), вид вопроса: Задание на навыки. Критерий: полнота и правильность выполнения задания.

Компетенция: ПК-4 Способен разрабатывать архитектуру, дизайн, информационное обеспечение и прототип ИС

Навык: Владеть навыками разработки архитектуры, дизайна, информационного обеспечения и прототипа ИС

Задание № 1. Анализ текстов

Задание № 2. Прогноз оклада по описанию вакансии

Задание № 3. Составление фондового индекса

Задание № 4. Уменьшение количества цветов изображения

ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
**«БАЙКАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «БГУ»)**

Направление - 09.03.03 Прикладная
информатика
Профиль - Информационные системы и
технологии в управлении
Кафедра математических методов и
цифровых технологий
Дисциплина - Введение в нейронные
сети и машинное обучение

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Тест (40 баллов).
2. Градиентный бустинг над решающими деревьями (30 баллов).
3. Составление фондового индекса (30 баллов).

Составитель _____ В.Р. Абдуллин

Заведующий кафедрой _____ А.В. Родионов

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. учеб. пособие [для вузов]. рек. УМО вузов по унив. политехн. образованию. 2-е изд., перераб. и доп./ А. А. Барсегян [и др.].- СПб.: БХВ-Петербург, 2008.-375 с.
2. Нестеров С.А. Интеллектуальный анализ данных средствами MS SQL Server 2008 [Электронный ресурс] / С.А. Нестеров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 303 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62813.html>

б) дополнительная литература:

1. Осовский С., Osowski S., Рудинский И. Д. Нейронные сети для обработки информации. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji/ Станислав Осовский.- М.: Финансы и статистика, 2004.-343 с.
2. Полубояров В.В. Использование MS SQL Server Analysis Services 2008 для построения хранилищ данных [Электронный ресурс] / В.В. Полубояров. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 663 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73682.html>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Для освоения дисциплины обучающемуся необходимы следующие ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- Сайт Байкальского государственного университета, адрес доступа: <http://bgu.ru/>, доступ круглосуточный неограниченный из любой точки Интернет
- Электронно-библиотечная система IPRbooks, адрес доступа: <https://www.iprbookshop.ru>. доступ неограниченный

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучать дисциплину рекомендуется в соответствии с той последовательностью, которая обозначена в ее содержании. Для успешного освоения курса обучающиеся должны иметь первоначальные знания математики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов, программирования и основ алгоритмизации.

На лекциях преподаватель озвучивает тему, знакомит с перечнем литературы по теме, обосновывает место и роль этой темы в данной дисциплине, раскрывает ее практическое значение. В ходе лекций студенту необходимо вести конспект, фиксируя основные понятия и проблемные вопросы.

Задание на практическое (семинарское) занятие сообщается обучающимся до его проведения. На семинаре преподаватель организует обсуждение этой темы, выступая в качестве организатора, консультанта и эксперта учебно-познавательной деятельности обучающегося.

Изучение дисциплины (модуля) включает самостоятельную работу обучающегося.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения занятий);

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- самостоятельное изучение отдельных тем или вопросов по учебникам или учебным пособиям;
- подготовка к семинарам и лабораторным работам.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

В учебном процессе используется следующее программное обеспечение:

- MS Office,
- ActivePython x64,
- SQL Server Data Tools (SSDT),

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

В учебном процессе используется следующее оборудование:

- Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза,
- Учебные аудитории для проведения: занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, практических занятий, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения,
- Компьютерный класс