

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

УТВЕРЖДАЮ

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



21.06.2024г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.18. Элементы тензорного исчисления

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль): Системы искусственного интеллекта
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очная, заочная

	Очная ФО	Заочная ФО
Курс	2	2
Семестр	21	21
Лекции (час)	14	4
Практические (сем, лаб.) занятия (час)	28	8
Самостоятельная работа, включая подготовку к экзаменам и зачетам (час)	66	96
Курсовая работа (час)		
Всего часов	108	108
Зачет (семестр)	21	21
Экзамен (семестр)		

Иркутск 2024

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

Автор Т.И. Белых

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

Заведующий кафедрой А.В. Родионов

Дата актуализации рабочей программы: 30.06.2025

1. Цели изучения дисциплины

Цель. Познакомить студентов с базовыми понятиями тензорной алгебры и анализа, научить представлять многомерные данные в виде тензоров, выполнять основные операции над ними и применять их в задачах машинного обучения, обработки данных.

Задачи дисциплины:

1. Формирование теоретических знаний:
 - 1) Ознакомить студентов с базовыми понятиями тензорной алгебры: ранг тензора, оси, размерность, индексация.
 - 2) Изучить основные операции над тензорами: сложение, умножение, транспонирование, reshape, broadcasting и др.
 - 3) Познакомить с понятием тензорного разложения (Tucker, CP/CANDECOMP) и их прикладным значением.
2. Развитие практических навыков:
 - 1) Научить студентов представлять многомерные данные (изображения, видео, текст, временные ряды) в виде тензоров.
 - 2) Освоить применение библиотек Python (NumPy, PyTorch, TensorFlow) для работы с тензорами.
 - 3) Научить выполнять преобразования тензоров, необходимые для построения моделей машинного обучения.
3. Применение в прикладных задачах:
 - 1) Показать использование тензоров в свёрточных нейронных сетях.
 - 2) Продемонстрировать применение тензорных разложений для сжатия моделей, снижения размерности и анализа данных.
 - 3) Обеспечить понимание роли тензоров в обучении нейронных сетей, включая автоматическое дифференцирование.
4. Развитие аналитического мышления:
 - 1) Формировать способность к анализу структуры данных и выбору оптимального представления в виде тензоров.
 - 2) Развивать навыки интерпретации результатов тензорных операций и их влияния на эффективность модели.

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
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Структура компетенции

Компетенция	Формируемые ЗУНы
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и	З. Знать, как применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности У. Уметь применять естественнонаучные и

экспериментального исследования в профессиональной деятельности	общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности Н. Владеть навыками применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
---	---

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Принадлежность дисциплины - БЛОК 1 ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛИ): Обязательная часть.

Предшествующие дисциплины (освоение которых необходимо для успешного освоения данной): "Информационно-коммуникационные технологии", "Линейная алгебра", "Математический анализ"

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 3 зач. ед., 108 часов.

Вид учебной работы	Количество часов (очная ФО)	Количество часов (заочная ФО)
Контактная(аудиторная) работа		
Лекции	14	4
Практические (сем, лаб.) занятия	28	8
Самостоятельная работа, включая подготовку к экзаменам и зачетам	66	96
Всего часов	108	108

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 тензорные алгебру и анализ.	21			40		Сообщение. Доклад.
2	Основные математические операции с тензорами.	21	2	4	28		Контрольная работа №1. Контрольная работа №2
3	Тензоры в нейронных сетях.	21	2	4	28		Контрольная работа №3.

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самостоят. раб.	В интерактивной форме	Формы текущего контроля успеваемости
							Контрольная работа №4
	ИТОГО		4	8	96		

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 тензорные алгебру и анализ.	21	2	4	16		Сообщение. Доклад.
2	Основные математические операции с тензорами.	21	4	8	16		Контрольная работа №1. Контрольная работа №2
3	Тензоры в нейронных сетях.	21	8	16	34		Контрольная работа №3. Контрольная работа №4
	ИТОГО		14	28	66		

5.2. Лекционные занятия, их содержание

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание
01	Основные понятия и определения. Примеры тензоров.	Тензор. Ранг тензора (Rank / Order). Тензоры различных рангов. Компоненты тензора. Ковариантность и контравариантность. Тензорное произведение. Свёртка тензора (Contraction). Симметричные и антисимметричные тензоры. Примеры тензоров.
02	Сложение и вычитание тензоров. Матричное и поэлементное умножение. Транспонирование тензоров.	Поэлементные операции с тензорами одинаковых размерностей. Различия между классическим умножением матриц и поэлементным умножением. Изменение порядка осей в тензоре для изменения его формы. Работа с многомерными данными в нейронных сетях.
03	Изменение формы тензоров (reshaping). Нормы тензоров.	Перестановка элементов тензора для работы с различными архитектурами сетей (переход от двухмерного изображения к одно- или многомерным данным). Нормы тензоров. Оценка размера или длины тензоров. Регуляризация и оптимизация.
04	Представление данных в виде тензоров.	Представление различных типов данных (изображение, аудио, текст) в виде тензоров различных рангов.
05	Операции над тензорами в нейронных сетях.	Применение тензорных операций для передачи данных через слои сети. преобразование входных данных в тензоры. Операции свертки(сверточные сети), рекурсии (рекуррентные сети).
06	Дифференцируемость тензоров.	Градиенты и производные тензоров. Вычисление градиентов по тензорам для минимизации функций потерь. Обучение

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание
		нейронных сетей с помощью метода обратного распространения ошибки.
07	Тензорные разложения.	Сингулярное разложение матрицы (SVD) – мощный инструмент линейной алгебры, позволяющий разложить любую прямоугольную матрицу на три специальные матрицы. Использование в анализе данных, машинном обучении, обработке сигналов, сжатии изображений и других областях. Tucker-разложение и CP-разложение. Разложение тензоров для анализа многомерных данных и их сжатия. Оптимизация и вычислительная эффективность при работе с большими тензорными данными.

5.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ раздела и темы	Содержание и формы проведения
1	Основные понятия и определения. Примеры тензоров.. Основные понятия и определения. Что такое тензор? Терминология: ранг, ось, размерность. Отличие скаляра, вектора, матрицы и тензора. Примеры тензоров в реальных задачах (изображения, видео, временные ряды). Проводится в форме практического занятия.
2	Основные операции над тензорами I и II рангов.. Основные операции над тензорами I и II рангов. Индексирование и срезы. Поэлементные операции: сложение, умножение, сравнение. Умножение матриц и тензоров: matmul, dot, einsum. Broadcasting. Перестановка и добавление осей: transpose, permute, unsqueeze. Проводится в форме практического занятия.
3	Reshape, Flatten, Concatenate. Транспонирование и перестановка осей. Суммирование, среднее, нормы.. Reshape, Flatten, Concatenate. Транспонирование и перестановка осей. Суммирование, среднее, нормы. Изменение формы тензора (reshape, flatten). Объединение и разделение тензоров (cat, split, stack). Применение reshape в нейронных сетях. Изменение формы тензора (reshape, flatten). Объединение и разделение тензоров (cat, split, stack). Применение reshape в нейронных сетях. Транспонирование матриц и тензоров. Использование permute для изменения порядка измерений. Разбор форматов данных: NCHW vs NHWC. Сумма, среднее, дисперсия по осям. Нормы тензоров (L1, L2). Примеры: нормализация данных, сводные статистики. Проводится в форме практического занятия.
3	Автоматическое дифференцирование. Матричные разложения и их связь с тензорами.. Автоматическое дифференцирование. Матричные разложения и их связь с тензорами. Дифференцируемые тензоры. Tucker и CP/CANDECOMP разложения. Ранг тензора. Примеры. Дифференцируемые тензоры. SVD, QR, LU разложения. Представление как частные случаи тензорных преобразований. Применение в сжатии данных. Проводится в форме практического занятия.
3	Упражнения на тензорные разложения. Реализация простых тензорных разложений (например, CP).

№ раздела и темы	Содержание и формы проведения
	Анализ результатов. Сравнение с исходным тензором. Проводится в формк практического занятия. .
3	Тензоры в свёрточных нейронных сетях.. Форматы входных данных.. Свёртка как операция над тензорами. Анализ форм входа/выхода и весов. Проводится в формк практического занятия. .

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 тензорные алгебру и анализ.	ОПК-1	З.Знать, как применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности У.Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности Н.Владеть навыками применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального	Сообщение. Доклад.	Актуальность темы 2 балла. Чётко ли сформулированы цель и задачи исследования - 2 балла. Наличие чёткой структуры: введение, основная часть, заключение - 2 балла. Логическая связь между частями доклада - 2 балла. Заключение и выводы - 2 балла. Использование достоверных источников информации. (10)

№ 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)
			исследования в профессиональной деятельности		
2	2. Основные математические операции с тензорами.	ОПК-1	З.Знать, как применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности У.Уметь применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности Н.Владеть навыками применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Контрольная работа №1	В варианте контрольной работы предлагается десять заданий. Каждое правильно выполненное задание оценивается в три балла. Всего 30 баллов. Учитывается верное решение и правильное оформление. (30)
3		ОПК-1	З.Знать, как применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в	Контрольная работа №2	В варианте контрольной работы предлагается десять заданий. Каждое правильно выполненное задание оценивается в три балла. Всего 30

№ 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)
			профессиональной деятельности У. Уметь применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности Н. Владеть навыками применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности		баллов. Учитывается верное решение и правильное оформление. (30)
4	3. Тензоры в нейронных сетях.	ОПК-1	3. Знать, как применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности У. Уметь применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Контрольная работа №3	Критерии оценки (максимум 15 баллов): 12–15 баллов – «5»; 9–11 баллов – «4»; 6–8 баллов – «3»; менее 6 баллов – «2». (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)
			Н. Владеть навыками применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности		
5		ОПК-1	З. Знать, как применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности У. Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности Н. Владеть навыками применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Контрольная работа №4	Критерии оценки (максимум 15 баллов): 13–15 баллов – «5»; 9–12 баллов – «4»; 6–8 баллов – «3»; менее 6 баллов – «2». (15)
				Итого	100

6.2. Промежуточный контроль (зачет, экзамен)

Рабочим учебным планом предусмотрен Зачет в семестре 21.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ:

1-й вопрос билета (20 баллов), вид вопроса: Тест/проверка знаний. Критерий: Студент в процессе проведения испытания тестом отвечает на соответствующие вопросы и выполняет задания, если итоговый процент правильных ответов в тесте менее 50% – то студент получает 0 баллов. Критерии оценки: 1 правильный ответ – 2 балла..

Компетенция: ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Знание: Знать, как применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

1. В чём разница между поэлементным умножением и матричным умножением тензоров?
2. Зачем используется флаг `requires_grad`?
3. Как автоматическое дифференцирование связано с обучением нейронных сетей?
4. Как в PyTorch или TensorFlow реализуется вычисление градиентов?
5. Как выполнить матричное умножение двух тензоров?
6. Как выполняется сложение и умножение тензоров по определённой оси?
7. Как изменить размерность тензора и переставить его оси?
8. Как нормализовать тензор по определённой оси?
9. Как объединить несколько тензоров в один?
10. Как работает операция `reshape`? Для каких целей она используется?
11. Как создать тензор в библиотеках NumPy, PyTorch или TensorFlow?
12. Как тензорные разложения используются для сжатия моделей глубокого обучения?
13. Как тензоры могут помочь в снижении вычислительной сложности моделей?
14. Как формируется входной тензор для модели компьютерного зрения?
15. Какие преимущества даёт использование тензорных разложений в сравнении с матричными методами?
16. Какие проблемы могут возникнуть при работе с несовместимыми размерностями тензоров?
17. Какие тензорные операции используются в свёрточных нейронных сетях?
18. Объясните, что делает функция `transpose` или `permute` для тензора.
19. Основные понятия тензоров.
20. Охарактеризуйте Tucker-разложение тензоров. Чем оно отличается от SVD?
21. Почему тензоры являются основным форматом данных в современных фреймворках глубокого обучения?
22. Приведите пример практического применения тензорного разложения в реальных задачах.
23. Что называется рангом тензора? Приведите примеры.
24. Что означает операция `einsum` и в каких случаях она удобна?
25. Что происходит при вызове метода `backward()`?
26. Что такое broadcasting? Как оно применяется при операциях с тензорами?
27. Что такое дифференцируемый тензор? Почему он важен в машинном обучении?
28. Что такое тензор? Чем он отличается от скаляра, вектора и матрицы?

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ УМЕНИЙ:

2-й вопрос билета (40 баллов), вид вопроса: Задание на умение. Критерий: Практическое задание. Студент решает предложенный пример или задачу, преподаватель проверяет письменное решение, при необходимости задает вопрос. Правильно выбранный метод решения задачи или примера – до 10 баллов, верный ход решения задачи, но не доведение решения до логического завершения – до 10 баллов, полностью верное решение и грамотный ответ на вопрос – до 20 баллов..

Компетенция: ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Умение: Уметь применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Задача № 1. Задание на проверку умений

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ НАВЫКОВ:

3-й вопрос билета (40 баллов), вид вопроса: Задание на навыки. Критерий: Практическое задание. Студент решает предложенный пример или задачу, преподаватель проверяет письменное решение, при необходимости задает вопрос. Правильно выбранный метод решения задачи или примера – до 10 баллов, верный ход решения задачи, но не доведение решения до логического завершения – до 10 баллов, полностью верное решение и грамотный ответ на вопрос – до 20 баллов..

Компетенция: ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Навык: Владеть навыками применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Задание № 1. Задание на проверку навыков

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 - Системы искусственного
интеллекта
Кафедра математических методов и
цифровых технологий
Дисциплина - Элементы тензорного
исчисления

БИЛЕТ № 1

1. Тест (20 баллов).
2. Задание на проверку умений (40 баллов).
3. Задание на проверку навыков (40 баллов).

Составитель _____ Т.И. Белых

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

а) основная литература:

1. Кремер Н. Ш., Фридман М. Н. Линейная алгебра. рек. М-вом образования РФ. учебник и практикум/ Н. Ш. Кремер, М. Н. Фридман.- М.: Юрайт, 2014.-307 с.
2. Сидоренко Г. В. Линейная алгебра и линейные экономические модели. учеб. пособие/ Г. В. Сидоренко.- Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2009.-180 с.
3. Белых Т.И., Бурдуковская А.В. Математика в экономике. Часть IX. Линейная алгебра и элементы аналитической геометрии.- Изд-во БГУ, 2018.- 105 с.
4. Барский, А. Б. Искусственный интеллект и логические нейронные сети : учебное пособие / А. Б. Барский. — Санкт-Петербург : Интермедия, 2019. — 360 с. — ISBN 978-5-4383-0155-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95270.html> (дата обращения: 20.05.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Буйначев, С. К. Основы программирования на языке Python [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. К. Буйначев, Н. Ю. Боклаг ; под ред. Ю. В. Песин. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 92 с. — 978-5-7996-1198-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66183.html>
6. Васильев А.Н. Python на примерах [Электронный ресурс] : практический курс по программированию / А.Н. Васильев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Наука и Техника, 2017. — 432 с. — 978-5-94387-741-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73043.html>
7. Кузнецов, В. П. Нейронные сети: практический курс : учебное пособие / В. П. Кузнецов. — Рязань : Рязанский государственный радиотехнический университет, 2014. — 71 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/121460.html> (дата обращения: 20.05.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
8. Маккинли, Уэс Python и анализ данных / Уэс Маккинли ; перевод А. Слинкина. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 482 с. — ISBN 978-5-4488-0046-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88752.html> (дата обращения: 23.08.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
9. Павлова, А. И. Искусственные нейронные сети : учебное пособие / А. И. Павлова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 190 с. — ISBN 978-5-4497-1165-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108228.html> (дата обращения: 20.05.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108228>

б) дополнительная литература:

1. Маркус, Г. Искусственный интеллект: перезагрузка: как создать машинный разум, которому действительно можно доверять / Г. Маркус, Э. Дэвис ; перевод В. Скворцов ; под редакцией А. Марченковой. — Москва : Альпина ПРО, 2022. — 300 с. — ISBN 978-5-907394-93-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122525.html> (дата обращения: 30.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Седов, В. А. Введение в нейронные сети : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Нейроинформатика» для студентов специальности 09.03.02 «Информационные системы и технологии» / В. А. Седов, Н. А. Седова. — Саратов : Ай

Пи Эр Медиа, 2018. — 30 с. — ISBN 978-5-4486-0047-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69319.html> (дата обращения: 20.05.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/69319>

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
- Университетская библиотека онлайн, адрес доступа: <http://www.biblioclub.ru/>. доступ круглосуточный неограниченный из любой точки Интернет при условии регистрации в БГУ
- Учебники онлайн, адрес доступа: <http://uchebnik-online.com/>. доступ неограниченный
- Электронная библиотека Издательского дома "Гребенников", адрес доступа: <http://www.grebennikon.ru/>. доступ с компьютеров сети БГУ (по IP-адресам)
- Электронная библиотека книг, адрес доступа: <http://aldebaran.ru/>. доступ неограниченный
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru, адрес доступа: <https://ibooks.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 в области линейной алгебры, ИКТ, математического анализа.

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.

Практические (семинарские) занятия по своему содержанию связаны с тематикой лекционных занятий. Начинать подготовку к занятию целесообразно с конспекта лекций. 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;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренные учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения занятий);
- выполнение курсовых работ в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ в часы, предусмотренные учебным планом) и др.

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;
- написание рефератов, докладов;
- подготовка к семинарам и лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и др.

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

В учебном процессе используется следующее программное обеспечение:

- Google Chrome,
- Python,
- SQL Server Data Tools (SSDT),
- Модули: matplotlib, Mlxtend, PrefixSpan, NumPy, pandas, scikit-learn, SciPy, TensorFlow, языка Python,
- Надстройка интеллектуального анализа данных для MS Office,

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,
- Библиотека