



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий
Кафедра информационных технологий



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.ДВ.07.01 Математические основы машинного обучения

Направление подготовки информационные технологии	02.03.02	Фундаментальная	информатика	и
Направленность (профиль) подготовки программная инженерия		Фундаментальная информатика и		
Квалификация выпускника	бакалавр			
Форма обучения	очная			

Иркутск 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: Формирование у студентов фундаментальных математических знаний и практических навыков, необходимых для понимания, разработки и применения алгоритмов машинного обучения.

Задачи дисциплины:

- Изучить математический аппарат, лежащий в основе методов машинного обучения
- Освоить методы линейной алгебры для работы с данными и моделями
- Сформировать навыки применения методов оптимизации для обучения моделей
- Изучить вероятностные модели и статистические методы в машинном обучении
- Научить применять математические методы для анализа и решения практических задач ML
- Развить способности к формализации задач и выбору математических методов для их решения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.07.01 Математические основы машинного обучения относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 02.03.02

Фундаментальная информатика и информационные технологии:

ПК-1 Способность демонстрации общенаучных базовых знаний математических наук, фундаментальной информатики и информационных технологий;

ПК-5 Способен проводить аналитические исследования с применением технологий больших данных.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных ед., 72 час.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Виды учебной работы				Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самост. работа	
	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия		
Тема 1. Линейная алгебра в машинном обучении	2	2		3	
Тема 2. Математический анализ и оптимизация	2	2		3	
Тема 3. Теория вероятностей в ML	2	2		3	
Тема 4. Статистические методы	2	2		3	
Тема 5. Линейные модели	2	2		3	
Тема 6. Методы понижения размерности	2	2		3	
Тема 7. Основы теории информации	2	2		3	
Тема 8. Математические основы нейросетей	4	4		7	
Итого (6 семестр):	18	18		28	зач.

4.2. Содержание учебного материала

Тема 1. Линейная алгебра в машинном обучении

Векторы, матрицы, операции. Собственные значения и векторы. Сингулярное разложение (SVD).

Тема 2. Математический анализ и оптимизация

Функции многих переменных. Градиент, матрица Гессе. Методы оптимизации. Выпуклая оптимизация.

Тема 3. Теория вероятностей в ML

Вероятностные распределения. Байесовский подход. Случайные процессы.

Тема 4. Статистические методы

Проверка гипотез. Доверительные интервалы. Статистические критерии.

Тема 5. Линейные модели

Линейная регрессия. Логистическая регрессия. Регуляризация.

Тема 6. Методы понижения размерности

РСА (метод главных компонент). LDA (линейный дискриминантный анализ).

Тема 7. Основы теории информации

Энтропия, взаимная информация. Применение в feature selection.

Тема 8. Математические основы нейросетей

Исчисление для нейросетей. Backpropagation. Функции активации.

4.3. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к практическому занятию. Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к семинарскому занятию. Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на

выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

Подготовка к зачету. Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуются делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

Подготовка к экзамену. Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Литература, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. 1. Дэвид Б. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. - М.: ДМК Пресс, 2023. - 584 с.
2. 2. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. - Springer, 2021. - 738 с.
3. 3. Дежурко Л.В. Математические методы машинного обучения. - М.: Юрайт, 2022. - 312 с.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная аудитория для проведения:

- занятий лекционного типа,
- занятий семинарского (практического) типа,
- групповых и индивидуальных консультаций,
- текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащение:

Учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, для проведения занятий лекционного типа, практических занятий (семинарского типа), курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Для проведения занятий лекционного типа обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.

6.2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Оснащение:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные учебной мебелью. Рабочие места обучающихся оборудованы компьютерной техникой и подключены в локальную вычислительную сеть, в т.ч. с использованием беспроводного Wi-Fi подключения, с возможностью выхода в глобальную сеть Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду.

6.3. Программное обеспечение

Приложение для чтения PDF-файлов, браузер для просмотра интернет контента, приложение для создания PDF-файлов.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Список вопросов для промежуточной аттестации:

1. Векторные пространства и их свойства. Применение в машинном обучении.
2. Линейно независимые системы векторов. Базис и размерность пространства.
3. Матрицы и матричные операции. Определитель, след, ранг матрицы.

4. Обратные матрицы и методы их вычисления. Псевдообратные матрицы.
5. Собственные значения и собственные векторы матриц. Спектральная теорема.
6. Сингулярное разложение матриц (SVD) и его применение в ML.
7. Системы линейных уравнений. Методы решения переопределенных систем.
8. Функции многих переменных. Частные производные и градиент.
9. Матрица Гессе и ее применение в анализе функций.
10. Выпуклые множества и выпуклые функции. Критерии выпуклости.
11. Задачи условной и безусловной оптимизации. Метод множителей Лагранжа.
12. Градиентный спуск и его модификации. Условия сходимости.
13. Стохастический градиентный спуск. Преимущества и ограничения.
14. Вероятностное пространство. Аксиомы теории вероятностей.
15. Случайные величины и их распределения. Математическое ожидание и дисперсия.
16. Многомерные распределения. Ковариация и корреляция.
17. Условная вероятность. Формула Байеса и ее применение в ML.
18. Нормальное распределение и его свойства. Центральная предельная теорема.
19. Статистическая оценка параметров. Состоятельность, несмещенность, эффективность.
20. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода.
21. Метод максимального правдоподобия. Свойства оценок максимального правдоподобия.
22. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов и его статистические свойства.
23. Логистическая регрессия. Функция потерь и метод максимального правдоподобия.
24. Регуляризация в машинном обучении. L1 и L2 регуляризация.
25. Метод главных компонент (PCA). Математическое обоснование и алгоритм.
26. Линейный дискриминантный анализ (LDA). Сравнение с PCA.
27. Энтропия и информация по Шеннону. Условная энтропия и взаимная информация.
28. KL-дивергенция и ее свойства. Применение в машинном обучении.
29. Математические основы нейронных сетей. Функции активации и их свойства.
30. Алгоритм обратного распространения ошибки (backpropagation). Вычисление градиентов.