Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования

«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

(Финансовый университет)

Кафедра искусственного интеллекта

Факультет информационных технологий и анализа больших данных

Документ подписан усиленной неквалифицированной электронной подписью
Организация: Финансовый университет при Правительстве РФ
Утвержено: Проректор по учебной и методической работе Е.А. Каменева
Сертификат: 2Gc/uY+u47duMqUYsFAIqfEHQC0Cox0H
Дата: 25.03.2025 г.

В. И. Шин

Математические основы машинного обучения

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки
01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность программы магистратуры
Инженер машинного обучения

Рекомендовано
Факультет информационных технологий и анализа больших данных
(протокол №56 от 17.06.2025)

Одобрено
Кафедра искусственного интеллекта
(протокол №11 от 27.05.2025)

Москва 2025

Содержание

Наименование разделов РПД		**Стр.**
1.	Наименование дисциплины	5
2.	Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине	5
3.	Место дисциплины в структуре образовательной программы	10
4.	Объем дисциплины(модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	11
5.	Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	11
5.1.	Содержание дисциплины	11
5.2.	Учебно-тематический план	13
5.3.	Содержание семинаров, практических занятий	14
6.	Перечень учебно-методического обеспечения для	18

	самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	
6.1.	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы	18
6.2.	Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	22
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	22
8.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	33
9.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	34
10.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	34
11.	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных	38

	справочных систем	
12.	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	39

1. Наименование дисциплины

«Математические основы машинного обучения».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	**Наименование компетенции**	**Индикатор достижения компетенции**	**Результаты обучения**
ПКН-1	Способность самостоятельно приобретать и применять знания в области прикладной математики и информатики, а также поддерживать коллективную научную коммуникацию, организовывать научные мероприятия	Самостоятельно приобретает и применяет знания в области прикладной математики и информатики	**Знать:** основные концепции прикладной математики и информатики: знание ключевых понятий, методов и инструментов, используемых в этих областях **Уметь:** самостоятельно изучать и применять новые методы: способность находить, осваивать и использовать новые математические и информационные методы для решения практических задач
		Демонстрирует самостоятельность при приобретении и применении	**Знать:** модели машинного обучения b типы задач машинного

		новых знаний в области прикладной математики и информатики	обучения; теоретические аспекты линейной алгебры, теории вероятностей, прикладной статистики и оптимизации в задачах машинного обучения **Уметь:** сводить прикладную задачу к основным типам задач машинного обучения; владеть навыками построения математических и вероятностных моделей машинного обучения и реализовывать алгоритмы обучения на базе библиотек программ
		Ведет эффективную научную коммуникацию в рамках командных мероприятий	**Знать:** особенности академической и научной коммуникации на иностранном языке; нормы академического общения и современный научный понятийный аппарат на иностранном языке для решения профессиональн

			ых задач, а также анализ и интерпретацию научных текстов **Уметь:** осуществлять академическую и профессиональную интерпретацию текста на иностранном языке, выделять релевантную и второстепенную информацию; выполнять перевод академических текстов с английского на русский язык; готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях на русском и английском языках

		Участвует в организации и проведении научных мероприятий	**Знать:** понимание этических норм и стандартов, которые должны соблюдаться в научной деятельности, включая вопросы плагиата и авторства **Уметь:** писать научные статьи, готовить презентации и доклады, а также представлять свои исследования на научных конференциях
ПКН-2	Способность использовать современные информационные системы и математические методы для решения математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных задач предметной области	Демонстрирует знание современных информационных систем на основе и с применением математических моделей и методов	**Знать:** различные типы информационных систем, их архитектуры, функциональных возможностей и применения в различных областях, таких как математика, естественные науки и социально-экономические исследования **Уметь:** выбирать и применять соответствующие математические методы для решения

			конкретных задач в различных областях, включая естественные науки и социально-экономические исследования
		Применяет полученные знания при решении математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных задач в междисциплинарном контексте	**Знать:** основы междисциплинарного подхода, который позволяет интегрировать знания и методы из разных областей (математики, естественных и социальных наук) для комплексного решения задач **Уметь:** комбинировать знания и методы из различных дисциплин для комплексного анализа и решения междисциплинарных задач, учитывая специфику каждой области
ПКН-3	Способность проводить самостоятельные научные исследования в профессиональной области	Демонстрирует знания в области проведения самостоятельных научных исследований в профессиональной области	**Знать:** основные методы и подходы к проведению научных исследований, включая количественные и качественные методы, эксперименталь

			ные и теоретические подходы **Уметь:** самостоятельно определять актуальные научные вопросы и гипотезы, которые требуют исследования, а также разрабатывать план исследования
		Участвует в научных исследованиях в профессиональной области	**Знать:** принципы научной этики, правил оформления научных работ, а также стандартов и норм, применяемых в научных исследованиях в профессиональной области **Уметь:** проводить эксперименты, собирать и анализировать данные с использованием соответствующих методов и инструментов, а также интерпретировать полученные результаты

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические основы машинного обучения» относится к «Модулю общепрофессиональных дисциплин направления»

4. Объем дисциплины(модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Модуль 1 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	**3/108**	**108**
Контактная работа - Аудиторные занятия	**48**	**48**
Лекции	16	16
Семинары, практические занятия	32	32
Самостоятельная работа	60	60
Вид текущего контроля	Контрольная работа;	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет;	Зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Векторные пространства

Линейная независимость. Линейная оболочка и базисы. Линейные отображения. Матрицы: операции с матрицами, умножение матриц. Обратная матрица. Миноры и определитель. Ранг. Специальные типы матриц: диагональная, треугольная, ортогональная, положительно-определенная.

Тема 2. Разложение матриц

Собственные значения и собственные вектора. Спектральное разложения матриц. Диагонализация. Симметричные матрицы. Сингулярное разложение (SVD). Основные сведения. Геометрический смысл SVD . Усеченное сингулярное разложение. Другие матричные разложения: LU разложение, QR разложение. Разложение Холецкого. Решение систем линейных уравнений .

Тема 3. Вероятность

Что такое вероятность ? Независимые события. Условная вероятность. Формула Байеса. Случайные величины (С.В.). Дискретные С.В. Непрерывные С.В. Основные распределения С.В. Гауссовское (нормальное) распределение. Моменты и квантили. Случайные вектора: ковариация, корреляция, некоррелированность. Моменты линейного преобразования. Многомерное гауссовское распределение. Модель гауссовской смеси.

Тема 4. Статистика

Выборочные статистики. Выборочные распределения. Метод максимального правдоподобия. Байесовские статистики. Доверительные интервалы.

Тема 5. Оптимизация

Локальная и глобальная оптимизация. Условия локальных экстремумов. Выпуклые множества и функции. Безусловная оптимизация: М етоды 1-го порядка (градиентные методы). Методы 2-го порядка (метод Ньютона и другие). Метод импульса. Импульс Нестерова. Размер шага и скорость сходимости.

Тема 6. Стохастический градиентный спуск

Градиентный спуск. Пакетный градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск. Мини-пакетный градиентный спуск. Условная оптимизация: Множители Лагранжа. Условия Каруша-Куна-Таккера. Метод штрафных функций. Метод барьерных функций.

Тема 7. Линейная регрессия

Метод наименьших квадратов. Парная линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Коэффициент детерминации R 2 . Метрики эффективности. Гребневая регрессия .

Тема 8. Классификация

Бинарная классификация. Матрица ошибок. Метрики эффективности. Логистическая регрессия. Байесовские классификаторы. Линейный дискриминантный анализ Фишера.

Тема 9. Кластеризация

Иерархическая агломеративная кластеризация. Кластеризация методом К средних. Выбор числа кластеров. Другие методы кластеризации. Метрики эффективности.

Тема 10. Понижение размерности

Метод главных компонент .

Тема 11. Метод опорных векторов

Классификатор с максимальным зазором. Разделяющая гиперплоскость. Линейная разделимость и неразделимость. Приложения SVM.

Тема 12. Ядерные методы

Интуитивное понимание пространств и ядер в машинном обучении. Нелинейные преобразования. Ядра и ядерный трюк. Приложения.

5.2. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем(разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах				
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия	
1	Векторные пространства	8	3	1	2	5
2	Разложение	8	3	1	2	5

	матриц					
3	Вероятность	11	6	2	4	5
4	Статистика	8	3	1	2	5
5	Оптимизация	11	6	2	4	5
6	Стохастический градиентный спуск	8	3	1	2	5
7	Линейная регрессия	11	6	2	4	5
8	Классификация	11	6	2	4	5
9	Кластеризация	8	3	1	2	5
10	Понижение размерности	8	3	1	2	5
11	Метод опорных векторов	8	3	1	2	5
12	Ядерные методы	8	3	1	2	5
	Итого	108	48	16	32	60

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем (разделов) дисциплины	**Перечень вопросов для обсуждения на семинарах, практических занятиях**	**Формы проведения занятий**
Векторные пространства	Обратная матрица. Миноры и определитель. Ранг. Специальные типы матриц: диагональная, треугольная, ортогональная,	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных

	положительно-определенная.	источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.
Разложение матриц	Сингулярное разложение (SVD). Основные сведения. Геометрический смысл SVD. Усеченное сингулярное разложение. Другие матричные разложения. Решение систем линейных уравнений.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.
Вероятность	Основные распределения С.В. Гауссовское (нормальное) распределение. Моменты и квантили. Случайные вектора: ковариация, корреляция, некоррелированность. Моменты линейного преобразования. Многомерное гауссовское распределение. Модель гауссовской смеси.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.
Статистика	Метод максимального правдоподобия. Проверка гипотез. Байесовские статистики.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.
Оптимизация	Безусловная	Работа с текстом

	оптимизация: Методы 1-го порядка (градиентные методы). Методы 2-го порядка (метод Ньютона и другие). Метод импульса. Импульс Нестерова.	лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.
Стохастический градиентный спуск	Градиентный спуск. Пакетный градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск. Мини-пакетный градиентный спуск. Условная оптимизация: Множители Лагранжа. Метод штрафных функций.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.
Линейная регрессия	Метод наименьших квадратов. Множественная линейная регрессия. Метрики эффективности. Гребневая регрессия. Лассо регрессия.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.
Классификация	Бинарная классификация. Матрица ошибок. Метрики эффективности. Логистическая регрессия. Байесовские классификаторы. Линейный дискриминантный анализ Фишера.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического

		задания по теме.
Кластеризация	Постановка задачи кластеризации. Агломеративная (иерархическая) кластеризация. Сбалансированное итеративное сокращение и кластеризация с помощью иерархий (BIRCH). Основанная на плотности пространственная кластеризация для приложений с шумами (DBSCAN). Дивизивный алгоритм K-средних. Модель гауссовой смеси (Mixture of Gaussians). Оценка числа кластеров: метод локтя, коэффициент силуэта.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.
Понижение размерности	Методы отбора признаков. Метод главных компонент. Собственные значения и собственные вектора ковариационной матрицы. Сокращение размерности для визуализации.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.
Метод опорных векторов	Классификатор с максимальным зазором. Разделяющая гиперплоскость. Линейная разделимость и неразделимость. Приложения SVM.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.

Ядерные методы	Обобщение метода опорных векторов. «Ядерный трюк». Популярные ядра. Приложения.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников; подготовка к семинарскому занятию; выполнение практического задания по теме.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Векторные пространства	Определение векторного пространства, его простейшие свойства, системы векторов, линейная комбинация системы векторов, тривиальная и нетривиальная линейная комбинация, линейно-зависимые и независимые системы векторов, условия линейной зависимости или независимости системы векторов, подсистемы системы векторов.	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.
Разложение матриц	Матричная алгебра. Теорема Лапласа. Ранг	Обзор литературы и веб-источников,

	матрицы. Обратная матрица. Собственные значения и векторы. Два фундаментальных свойства симметричных матриц. SVD для прямоугольных и квадратных матриц. Усеченное SVD и его приложение. Геометрический смысл SVD . Псевдообратная матрица .	выполнение заданий тестирования для самоподготовки.
Вероятность	Концептуальные подходы к определению вероятности. Независимые события. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Двумерные случайные вектора и их распределения. Маргинальные распределения. Многомерное нормальное распределение.	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.
Статистика	Основные понятия и элементы выборочной теории. Точечные оценки (несмещенные, состоятельные и эффективные). Метод максимального правдоподобия. Основные распределения в статистике, квантили распределения. Интервальные оценки.	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.
Оптимизация	Условия экстремума функций потерь. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.

	Численные методы поиска безусловного экстремума. Принципы построения численных методов. Методы безусловной оптимизации 1-го и 2-го порядков. Ускоренные методы. Импульс Нестерова.	
Стохастический градиентный спуск	Понятие наблюдаемой вероятности и шансов. Функция потерь логистической регрессии. Градиентный спуск. Пакетный градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск. Мини-пакетный градиентный спуск.	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.
Линейная регрессия	Теорема Гаусса-Маркова. Метод наименьших квадратов. Модель линейной регрессии. Нелинейные модели регрессии. Линеаризирующие преобразования функций. Непараметрическая регрессия. Проблема переобучения. Валидационная выборка. Разные штрафы за ошибки.	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.
Классификация	Понятие зазора между классами. Случаи линейной разделимости и отсутствия линейной разделимости. Наивный байесовский классификатор. Мультиклассовая логистическая регрессия.	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.

	Многослойные персептрон. ROC - AUC кривая.	
Кластеризация	Типы кластерных структур. Оптимизационные постановки задач кластеризации и частичного обучения. EM-алгоритм. Критерий Акаике (AIC), Байесовский информационный критерий (BIC). Оценка качества кластеризации: индексы ARI и AMI , гомогенность, полнота, V -мера.	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.
Понижение размерности	Вычисление собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы данных. Мультиколлинеарность признаков. Методы устранения мультколлинеарности. Регуляризация корреляционной матрицы. Альтернативы PCA .	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.
Метод опорных векторов	Как SVM находит лучшую линию. Как SVM классифицирует данные. Алгоритм построения гиперплоскости. Настройка параметров SVM .	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.
Ядерные методы	Интуитивное понимание пространств и ядер в машинном обучении. Нелинейные преобразования. Ядра и ядерный трюк. Гауссово (RBF) ядро.	Обзор литературы и веб-источников, выполнение заданий тестирования для самоподготовки.

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерные задания контрольной работы

Задание 1

Для информации о проверке качества деталей по множеству признаков с обнаружением дефектных деталей, которая хранится в файле « data _ defect . csv »: примените не менее 3 способов предобработки данных; постройте модель классификации на базе метода опорных векторов, логистической регрессии и градиентного бустинга xgBoost с использованием кросс-валидации и всех наборов предобработанных данных; выполните сравнительную оценку качества по метрикам Accuracy и F 1-мера; сделайте вывод по проведенному анализу.

Задание 2

В качестве примера сжатия изображения с помощью SVD разложения дана фотография размера n × m пикселей. Применяя алгоритм усеченного SVD , сжать представление изображения с уменьшенным размером, которое можно восстановить с минимальной потерей качества, при различном количестве главных компонент. Результаты сжатия сравнить по значению коэффициента детерминации. Сделайте выводы по проведенному сжатию.

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Кафедры искусственного интеллекта.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. *Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине.*

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний

ПКН-1 Способность самостоятельно приобретать и применять знания в области прикладной математики и информатики, а также поддерживать коллективную научную коммуникацию, организовывать научные мероприятия

1) Самостоятельно приобретает и применяет знания в области прикладной математики и информатики

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: основные концепции прикладной математики и информатики: знание ключевых понятий, методов и инструментов, используемых в этих областях

Уметь: самостоятельно изучать и применять новые методы: способность находить, осваивать и использовать новые математические и информационные методы для решения практических задач

Типовые контрольные задания

Задание. Анализ задачи и выбор типа ML

Дано: Компания разрабатывает систему предсказания оттока клиентов (churn prediction). Имеются исторические данные:

• Признаки: время подписки, частота платежей, средний чек, обращения в поддержку.

• Целевая переменная: ушел клиент (1) или остался (0).

Вопросы:

1. К какому типу задач машинного обучения относится эта проблема ? Обоснуйте.

2. Какие метрики качества будут наиболее важны? Почему ?

3. Какие алгоритмы можно применить ? (Назовите 3 и объясните выбор).

2) Демонстрирует самостоятельность при приобретении и применении новых знаний в области прикладной математики и информатики

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: модели машинного обучения b типы задач машинного обучения; теоретические аспекты линейной алгебры, теории вероятностей, прикладной статистики и оптимизации в задачах машинного обучения

Уметь: сводить прикладную задачу к основным типам задач машинного обучения; владеть навыками построения математических и вероятностных моделей машинного обучения и реализовывать алгоритмы обучения на базе библиотек программ

Типовые контрольные задания

Задание. Построение вероятностной модели

Дано: Рассмотрим задачу бинарной классификации. Предположим, что:

Признаки имеют нормальное распределение.

Классы условно независимы.

Требуется:

Записать формулу наивного байесовского классификатора для этого случая.

Объяснить, как оценить параметры модели (мат. ожидание, дисперсию) на обучающих данных.

3) Ведет эффективную научную коммуникацию в рамках командных мероприятий

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: особенности академической и научной коммуникации на иностранном языке; нормы академического общения и современный научный понятийный аппарат на иностранном языке для решения профессиональных задач, а также анализ и интерпретацию научных текстов

Уметь: осуществлять академическую и профессиональную интерпретацию текста на иностранном языке, выделять релевантную и второстепенную информацию; выполнять перевод академических текстов с английского на русский язык; готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях на русском и английском языках

Типовые контрольные задания

Задание. Перевод и анализ академического текста

Дано: Англоязычная статья по теме " Machine Learning in Healthcare " (фрагмент приведен ниже). Текст для перевода:

"Recent advances in deep learning have enabled the development of predictive models for early diagnosis of diseases such as diabetes and cardiovascular disorders. These models rely on large-scale datasets, including electronic health records (EHRs) and medical imaging. However, challenges remain, particularly in ensuring data privacy and model interpretability."

Требуется:

1. Переведите текст на русский, сохраняя научный стиль.

Выделите: Релевантную информацию (ключевые достижения, проблемы); Второстепенную информацию (уточняющие детали).

2. Составьте аннотацию (3-4 предложения) на английском и русском языках.

4) Участвует в организации и проведении научных мероприятий

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: понимание этических норм и стандартов, которые должны соблюдаться в научной деятельности, включая вопросы плагиата и авторства

Уметь: писать научные статьи, готовить презентации и доклады, а также представлять свои исследования на научных конференциях

Типовые контрольные задания

Подготовить выступление на стундеческой научной конференции по теме своей выпускной квалификационной работы.

ПКН-2 Способность использовать современные информационные системы и математические методы для решения математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных задач предметной области

1) Демонстрирует знание современных информационных систем на основе и с применением математических моделей и методов

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: различные типы информационных систем, их архитектуры, функциональных возможностей и применения в различных областях, таких как математика, естественные науки и социально-экономические исследования

Уметь: выбирать и применять соответствующие математические методы для решения конкретных задач в различных областях, включая естественные науки и социально-экономические исследования

Типовые контрольные задания

1. Выбор области исследования: Выберите одну из следующих областей для анализа: естественные науки (например, биология, физика, экология), социально-экономические исследования (например, экономика, социология, управление).

2. Определение задачи: сформулируйте конкретную задачу, которую необходимо решить в выбранной области. Например, это может быть задача оптимизации, прогнозирования, моделирования процессов или анализа данных.

3. Исследование и выбор модели: проведите обзор современных информационных систем и математических моделей, применяемых для решения вашей задачи. Опишите, какие модели и методы используются в вашей области. Выберите одну или несколько математических моделей, которые наиболее подходят для решения вашей задачи. Обоснуйте свой выбор.

4. Применение математических методов: примените выбранные математические методы для решения поставленной задачи. Это

может включать: построение математической модели, проведение расчетов, анализ полученных данных.

5. Документация результатов: подготовьте отчет, в котором должны быть отражены: введение: описание выбранной области и задачи; обзор литературы: современные информационные системы и математические модели; методология: описание выбранной модели и методов; результаты: представление и анализ полученных данных; заключение: выводы и рекомендации на основе проведенного анализа.

2) Применяет полученные знания при решении математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных задач в междисциплинарном контексте

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: основы междисциплинарного подхода, который позволяет интегрировать знания и методы из разных областей (математики, естественных и социальных наук) для комплексного решения задач

Уметь: комбинировать знания и методы из различных дисциплин для комплексного анализа и решения междисциплинарных задач, учитывая специфику каждой области

Типовые контрольные задания

1. Выбор темы: выберите одну из междисциплинарных тем для анализа.

2. Формулировка задачи: определите конкретную задачу, которую необходимо решить в рамках выбранной темы.

3. Исследование и интеграция знаний: проведите обзор литературы по выбранной теме, включая: математические модели, применяемые в вашей области; естественнонаучные аспекты (например, экологические, биологические); социально-экономические факторы, влияющие на проблему; опишите, как знания и методы из каждой области могут быть интегрированы для решения вашей задачи.

4. Разработка модели: разработайте междисциплинарную модель, которая учитывает аспекты из всех выбранных дисциплин. Опишите, как каждая дисциплина вносит свой вклад в решение задачи.Примените математические методы для анализа и решения задачи.

5. Анализ результатов: проанализируйте полученные результаты с учетом специфики каждой области.

ПКН-3 Способность проводить самостоятельные научные исследования в профессиональной области

1) Демонстрирует знания в области проведения самостоятельных научных исследований в профессиональной области

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: основные методы и подходы к проведению научных исследований, включая количественные и качественные методы, экспериментальные и теоретические подходы

Уметь: самостоятельно определять актуальные научные вопросы и гипотезы, которые требуют исследования, а также разрабатывать план исследования

Типовые контрольные задания

1. Выбор темы исследования: определите актуальную научную проблему в вашей профессиональной области; сформулируйте одну или несколько гипотез, которые вы будете исследовать.

2. Обзор литературы: проведите обзор существующих исследований по выбранной теме; определите, какие вопросы уже были исследованы, какие методы использовались, и какие результаты были получены.

3. Определение методов исследования: выберите методы, которые вы будете использовать для проведения вашего исследования. Это может включать: количественные методы: опросы, эксперименты, статистический анализ данных; качественные методы: интервью, фокус-группы, анализ текстов; экспериментальные подходы: проведение экспериментов для проверки гипотез; теоретические

подходы: разработка моделей, анализ теорий.

4. Разработка плана исследования: составьте подробный план исследования, который должен включать: цели и задачи исследования: что вы хотите достичь; методы сбора данных: как вы будете собирать информацию; анализ данных: как вы будете обрабатывать и интерпретировать полученные данные; сроки выполнения: этапы работы и сроки их выполнения; ожидаемые результаты: что вы надеетесь узнать в результате исследования.
5. Проведение исследования: в зависимости от выбранных методов, проведите исследование, собирая и анализируя данные. Если возможно, проведите эксперимент или опрос, соберите качественные данные через интервью или фокус-группы.

6. Анализ и интерпретация результатов: проанализируйте полученные данные, сопоставьте их с вашими гипотезами и существующими исследованиями. Обсудите, подтвердили ли ваши результаты гипотезы и что они могут значить для вашей профессиональной области.

7. Документация и презентация: подготовьте отчет о проведенном исследовании, который должен включать: введение: описание темы и актуальности исследования; обзор литературы: анализ существующих исследований; методология: описание выбранных методов и плана исследования; результаты: представление и анализ данных; обсуждение: интерпретация результатов и выводы; заключение: основные выводы и рекомендации для дальнейших исследований.

2) Участвует в научных исследованиях в профессиональной области

Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции

Знать: принципы научной этики, правил оформления научных работ, а также стандартов и норм, применяемых в научных исследованиях в профессиональной области

Уметь: проводить эксперименты, собирать и анализировать данные с использованием соответствующих методов и инструментов, а также интерпретировать полученные результаты

Типовые контрольные задания

1. Выбор темы исследования: выберите актуальную тему в вашей профессиональной области, которая требует научного исследования. Это может быть проблема, связанная с инновациями, технологиями или методами работы.

2. Формулировка исследовательского вопроса и гипотезы: определите исследовательский вопрос, который вы хотите изучить. Сформулируйте гипотезу, которую вы будете проверять в ходе исследования.

3. Изучение принципов научной этики: ознакомьтесь с основными принципами научной этики, включая: честность и прозрачность в проведении исследований; уважение к участникам исследования (если применимо); корректное цитирование источников и избежание плагиата; напишите краткий отчет.

4. Оформление научной работы: изучите правила оформления научных работ в вашей области согласно ГОСТ. Подготовьте предварительный план вашей научной работы, включая: введение; обзор литературы; методология; результаты; обсуждение; заключение.

5. Проведение эксперимента: разработайте и проведите эксперимент или исследование, направленное на проверку вашей гипотезы. Опишите методику, которую вы будете использовать для сбора данных, включая: описание инструментов и методов, которые вы будете применять; процедуры, которые вы будете следовать для обеспечения точности и надежности данных.

6. Сбор и анализ данных: соберите данные в ходе эксперимента. Используйте соответствующие методы анализа данных для обработки информации. Подготовьте таблицы, графики или другие визуальные представления данных, чтобы проиллюстрировать ваши результаты.

7. Интерпретация результатов: проанализируйте полученные данные и интерпретируйте их в контексте вашей гипотезы.

8. Подготовка научной работы: напишите научную работу на основе

вашего исследования, следуя подготовленному плану. Включите в работу раздел о соблюдении принципов научной этики.

9. Презентация результатов: подготовьте презентацию для представления результатов вашего исследования.

Примеры практико-ориентированных заданий

№1. Имеется тестовый набор данных. Оцените оптимальное число кластеров в данных. Реализуйте алгоритм K -средних с соответствующим числом кластеров. Выполните оценку качества полученного решения.

№2. Имеется тестовый набор данных. Обучите модель линейной и полиномиальной регрессии для прогнозирования целевого признака, предварительно нормализовав данные. Выполните оценку эффективности модели на валидационном датасете.

№3. Файл данных «Цена квартир» представляет собой набор данных по недвижимости Москвы. Необходимо подготовить данные (сделать их предварительную обработку) и построить регрессионные модели с подбором оптимальных параметров.

№4. Имеется тестовый набор данных для задачи скоринга (бинарная классификация). Проверьте данные на наличие выбросов, исправьте в них все ошибки. Закодируйте категориальные столбцы и выделите тестовое множество.

Примерные вопросы для подготовки к Зачету

1. Разложение матриц. Типы разложений и их применение.

2. Теорема Байеса и байесовский классификатор.

3. Что такое принцип максимума правдоподобия ?

4. Что такое «смесь распределений» ?

5. Что такое сингулярное разложение и его применение.

6. Что такое «выбросы» ? Как осуществляется фильтрация выбросов ?

7. Метод стохастического градиента.

8. Постановка задачи многомерной линейной регрессии. Матричная запись.

9. Задачи классификации и регрессии в машинном обучении.

10. Задачи ранжирования и кластеризации в машинном обучении.

11. Проблема данных и этапы процесса машинного обучения. Категории данных. Примеры.

12. Функционал качества в задачах классификации, регрессии.

13. Функционал качества в задачах кластеризации.

14. Методы предобработки данных и борьбы с пропусками.

15. Метод градиентного спуска. Другие методы оптимизации.

16. Сравнить гребневую регрессию и лассо. В каких задачах предпочтительнее использовать лассо ?

17. Каков вероятностный смысл регуляризации? Какие типы регуляризаторов Вы знаете?

18. Многомерное нормальное распределение. Линейный дискриминант Фишера.

19. Что такое EM-алгоритм, какова его основная идея ? Какая задача решается на E-шаге, на M-шаге ?

20. Какую проблему решает метод главных компонент в многомерной линейной регрессии?

21. Метод K-ближайших соседей.

22. Модель линейной регрессии, модель логистической регрессии.

23. Метод опорных векторов. Ядерные методы в машинном обучении.

24. Модель гауссовых смесей. Метод K-средних.

25. Агломеративная кластеризация. Кластеризация DBSCAN.

26. Каковы основные цели кластеризации ?

27. Основные отличия алгоритма k-средних и EM-алгоритма. Кто из них лучше и почему?

28. Постановка задачи метода опорных векторов.

29. Какая функция потерь используется в SVM ?

30. Что такое ROC-кривая, как она определяется и вычисляется ?

31. Что такое ядерное сглаживание ?

32. Метрики эффективности моделей в задаче регрессии.

33. Метрики эффективности моделей в задаче классификации.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Кацман , Юлий Янович Теория вероятностей и математическая статистика. Примеры с решениями : учебник для прикладного бакалавриата / Ю. Я. Кацман. Электрон. дан. Москва : Юрайт , 2025 138 с (Высшее образование) URL: https://urait.ru/bcode/569374 (дата обращения: 24.04.2025). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей https://urait.ru/bcode/569374 ISBN 978-5-534-21254-9 : 699.00

2. Сухарев , Алексей Григорьевич Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. 3-е изд. , испр. и доп Электрон. дан. Москва : Юрайт , 2022 367 с (Бакалавр и магистр. Академический курс) URL: https://urait.ru/bcode/507818 (дата обращения: 08.04.2025). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей https://urait.ru/bcode/507818 ISBN 978-5-9916-3859-3 : 1449.00

Дополнительная литература:

1. Машинное обучение в финансах : учебник для магистратуры / С.Ю. Богатырев, А.А. Помулев, А.В. Затевахина [и др.] ; под общ. ред.

С.Ю. Богатырева ; Международный банковский институт им. А. Собчака Москва : Прометей , 2024 224 с. : ил. + Тираж 500 экз. Авт. указаны на 3-й с. ISBN 978-5-00172-572-5

2. Лимановская , Оксана Викторовна Основы машинного обучения : Учебное пособие / Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина ; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева Екатеринбург : Издательство Уральского университета , 2020 88 с. ВО - Бакалавриат https://znanium.com/catalog/document?id=424207 ISBN 978-5-7996-3015-7

3. Основы машинного обучения на Python : Учебник / М.В. Коротеев Электрон. дан. Москва : КноРус , 2024 431 с. Режим доступа: book.ru Internet access https://book.ru/book/952751 ISBN 978-5-406-12673-8

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) http://elib.fa.ru/ (http://library.fa.ru/files/elibfa.pdf)

2. Электронно-библиотечная система BOOK.RU http://www.book.ru

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических рекомендаций – обеспечить студенту магистратуры (далее – студенту) оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться:

с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими

разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте департамента, с графиком консультаций преподавателей.

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям

(теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания департамента.

Студентам рекомендуется:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных или электронных носителях, представленный лектором на портале. Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно не лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, но и другую учебную литературу;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

- в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;

- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;

- использовать при подготовке нормативные документы Финансового университета;

- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

Методические рекомендации по работе с литературой

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, выполнение практического задания для самостоятельной работы, начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

При работе с литературой рекомендуется делать записи. Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки явного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

Методические указания по проведению практических занятий

По структуре практические занятия следует разделить на учебные и контрольные.

Учебные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

· проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы каждого студента;

· выборочная проверка корректности выполнения домашнего задания;

· разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе;

· рассмотрение теоретических вопросов, связанных с текущим практическим занятием;

· разбор методов выполнения практических заданий и решения задач;

· корректировка заданий для самостоятельной работы студентов.

Контрольные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

· проведение аудиторных самостоятельных работ;

· подведение итогов и разбор типичных ошибок, возникших при выполнении самостоятельных работ.

Студенты должны обратить внимание на перечень основных контрольных мероприятий, которые проводятся в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Конкретные сроки проведения этих мероприятий своевременно доводятся до сведения студентов.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

- Комплект лицензионного программного обеспечения:

1. Kaspersky
2. Пакет офисных программ

- Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Информационно-правовая система «Гарант»
2. Размещение ЭУК: https://www.campus.fa.ru/
3. БД “СПАРК-ИНТЕРФАКС» URL: https://vk.com/www.spark-interfax.ru
4. Информационно-справочная система «СПАРК»
5. База научных статей Национального бюро экономических исследований (NBER).
6. Портал банковского аналитика. [Электронный ресурс] URL: https://analizbankov.ru/bank.php.

- Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации

1. не предусмотрены

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. **Учебная аудитория** для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)

2. **Компьютерный класс** для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенный оборудованием и техническими средствами обучения: мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), персональные компьютеры, набор демонстрационного оборудования (проектор, экран)