

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

« 29 » августа 2025 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1. В.15 Инструментальные средства моделирования в ИИ

Направление подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Профиль Искусственный интеллект и аналитика данных

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Инструментальные средства моделирования в ИИ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Программу составил(и):

Г.В. Калайдина, доцент, к.ф.-м.н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании центра искусственного интеллекта

протокол № 01 «28» августа 2025 г.

Руководитель центра ИИ Коваленко А.В.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики

протокол № 01 «28» августа 2025 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



подпись

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,  
e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Формирование у студентов навыков разработки математических моделей и алгоритмов искусственного интеллекта с использованием современных систем компьютерной алгебры для решения прикладных задач, включая символьные вычисления и визуализацию результатов.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- Изучение принципов математического моделирования в ИИ;
- Освоение возможностей символьных вычислений для аналитического решения задач;
- Анализ численных методов реализации алгоритмов ИИ;
- Приобретение навыков работы с системами компьютерной алгебры и численного анализа;
- Автоматизация процессов аналитических вычислений и визуализации данных;
- Решение реальных задач ИИ с использованием инструментальных средств;
- Сравнительный анализ символьных и численных подходов;
- Оформление результатов в виде технических отчетов и курсовой работы.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Инструментальные средства моделирования в ИИ» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)», часть, формируемая участниками образовательных отношений учебного плана.

Данная дисциплина тесно связана с дисциплинами: «Математический анализ», «Фундаментальные дискретные модели», «Алгебра и теория чисел».

Материал курса является связкой между математикой, программированием и прикладными задачами связанными с нейросетевым моделированием реальных явлений, имеющих вероятностную природу. Знания полученные в данной дисциплине используются в ходе изучения курсов «Интеллектуальные методы оптимизации», «Гибридный ИИ: математическое моделирование и МО» и др.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

#### **Роль 1: Data Analyst (Аналитик данных)**

Задачи:

1. Статистический анализ, визуализация данных, предварительная обработка.
2. Создание прогнозных моделей
3. Построение аналитических моделей для поддержки бизнес-решений.

#### **Роль 2: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)**

Задачи:

1. DevOps для ML.
2. Автоматизация, мониторинг ML-систем.
3. Операционное управление жизненным циклом ML-моделей.

#### **Роль 3: AI PM (Менеджер проектов ИИ)**

Задачи:

1. Управление ИИ-проектами от идеи до внедрения
2. Анализ бизнес-требований и постановка задач
3. Оценка эффективности и ROI ИИ-решений

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<b>MF-1 Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач искусственного интеллекта</b>	
<b>MF-1.1</b> Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их модификацию и адаптацию к специфике задачи	Применяет методы и модели ИИ для решения конкретных задач, анализирует потребности задачи и адаптирует модели для повышения их эффективности и точности
<b>MF-1.2</b> Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	Применяет методы теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ
<b>MF-3 Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта;</b>	
<b>MF-3.2</b> Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей машинного обучения, включая использование методов поиска (grid search, random search) и байесовской оптимизации	Знает стандартные методы поиска гиперпараметров, такие как grid search и random search, для настройки моделей машинного обучения в стандартных задачах. Использует стандартные методы поиска гиперпараметров, такие как grid search и random search, для настройки моделей машинного обучения в стандартных задачах
<b>ML-1 (П) Способен применять знания об истории развития и трендах современного ИИ для формулирования корректных постановок задач и поиска перспективных способов решения проблем с помощью ИИ</b>	
<b>ML-1.1</b> Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения	Анализирует и сопоставляет задачу с современными трендами, выделяет специфику задачи в контексте последних достижений ИИ
<b>ML-1.2</b> Определяет тенденции развития, оценивает новизну и практическую значимость своих решений с точки зрения современного искусственного интеллекта	Объясняет причины появления концепции больших данных (БД), разницу определений. Выявляет различные категории проблем больших данных с примерами Анализирует динамику появления новых технологий, сопоставляет собственные решения с современными исследованиями и промышленными стандартами

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 час.), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		3
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>57,2</b>	<b>57,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
Занятия лекционного типа	16	16
Лабораторные занятия	34	34
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>7,2</b>	<b>7,2</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)	5,2	5,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>14,8</b>	<b>14,8</b>
Проработка учебного (теоретического) материала	7	7
Выполнение индивидуальных заданий (типовой расчет)	5	5
Подготовка к текущему контролю	2,8	2,8
<b>Контроль:</b>	<b>35,7</b>	<b>35,7</b>

Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоемкость	час.	72	72
	в том числе контактная работа	57,2	57,2
	зач. ед	2	2

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в математическое моделирование и ИИ	6	2		4	
2.	Символьные вычисления в ИИ	10	2		6	2
3.	Обзор систем компьютерной алгебры. Свободные и отечественные альтернативы	8	2		4	2
4.	Вероятностные модели и символьная обработка	8	2		4	2
5.	Математические модели на основе дифференциальных уравнений	8	2		4	2
6.	Методы оптимизации гиперпараметров	8	2		4	2
7.	Интеграция символьных систем с ML-фреймворками (PyTorch, TensorFlow)	10	2		6	2
8.	Подготовка к курсовой работе	6,8	2		2	2,8
<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>		<b>64,8</b>	<b>16</b>		<b>34</b>	<b>14,8</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2				
Промежуточная аттестация (ИКР)		5,2				
Подготовка к текущему контролю						
<b>Общая трудоемкость по дисциплине</b>		<b>72</b>				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	
1	Введение в математическое моделирование и ИИ	Основные понятия математических моделей. Классификация моделей (аналитические, численные, символьные). Обзор инструментов: MATLAB (Symbolic Math Toolbox), Maple, Wolfram Mathematica	Вопросы к зачету 1, 2, 28
2	Символьные вычисления в ИИ	Основы символьной математики. Решение уравнений, дифференцирование, интегрирование. Применение в машинном обучении (аналитический вывод градиентов).	Вопросы к зачету 3, 4, 5, 29

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	
3	Обзор систем компьютерной алгебры. Свободные и отечественные альтернативы	Maple, Mathematica, MATLAB Symbolic Math Toolbox SymPy (Python), SageMath, Maxima, Octave, Анализатор (НИИ СП), Mathpar (ИТМО)	Вопросы к зачету 6, 7, 30
4	Вероятностные модели и символьная обработка	Символьное представление вероятностных распределений Энтропия как мера неопределенности KL – дивергенция Интеграция с ML-фреймворками	Вопросы к зачету 8, 9, 10, 11, 31
5	Математические модели на основе дифференциальных уравнений	ОДУ и системы ОДУ (модели популяций, физические системы). PDE (уравнения теплопроводности, волновые уравнения). Численные и символьные методы решения.	Вопросы к зачету 12, 13, 14, 32
6	Методы оптимизации гиперпараметров	grid/random search, байесовская оптимизация Инструменты: Optuna, scikit-optimize, Ray Tune	Вопросы к зачету 15, 16, 17, 33
7	Интеграция символьных систем с ML-фреймворками (PyTorch, TensorFlow)	Обзор возможностей символьных систем для ML Экспорт символьных выражений в исполняемый код Символьное определение и анализ функций потерь Гибридное автоматическое дифференцирование Генерация и оптимизация вычислительных графов	Вопросы к зачету 18, 19, 20, 21, 34
8	Подготовка к курсовой работе	Разбор возможных тем. Структура исследования. Оформление результатов	КП

### 2.3.2 Занятия семинарского типа / лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение в математическое моделирование и ИИ	<b>Лаб. работа 1:</b> Сравнительный анализ интерфейсов символьных систем (MATLAB, Maple, Jupyter Notebook)	ЛР, Вопросы к зачету 1, 2, 28
2	Символьные вычисления в ИИ	<b>Лаб. работа 2:</b> Аналитический вывод градиентов для функций потерь в SymPy и Maple	ЛР, Вопросы к зачету 3, 4, 5, 29
3	Обзор систем компьютерной алгебры. Свободные и отечественные альтернативы	<b>Лаб. работа 3:</b> Символьные вычисления в открытых и отечественных системах (SageMath, Maxima, Mathpar)	ЛР, Вопросы к зачету 6, 7, 30
4	Вероятностные модели и символьная обработка	<b>Лаб. работа 4:</b> Символьное исследование распределений, энтропии и KL-дивергенции	ЛР, Вопросы к зачету 8, 9, 10, 11, 31

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
5	Математические модели на основе дифференциальных уравнений	<b>Лаб. работа 5:</b> Моделирование динамических систем (Лотки-Вольтерры) и анализ устойчивости	ЛР, Вопросы к зачету 12, 13, 14, 32
6	Методы оптимизации гиперпараметров	<b>Лаб. работа 6:</b> Сравнительный анализ Grid Search, Random Search и байесовской оптимизации на примере реальной модели	ЛР, Вопросы к зачету 15, 16, 17, 33
7	Интеграция символьных систем с ML-фреймворками (PyTorch, TensorFlow)	<b>Лаб. работа 7:</b> Гибридный пайплайн: от символьной модели в Maple к исполняемому коду в PyTorch	ЛР, Вопросы к зачету 18, 19, 20, 21, 34
8	Подготовка к курсовой работе	<b>Лаб. работа 8:</b> Подготовка и начальная реализация курсового проекта	КП

*Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.*

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Сравнение символьного и численного решения уравнений в Maple и Python (SymPy).
2. Визуализация математических функций и поверхностей с помощью Maple.
3. Автоматизация проверки правильности вычисления производных с помощью SymPy.
4. Построение и анализ гистограмм и основных статистических характеристик данных в MATLAB.
5. Исследование различных распределений вероятностей и их параметров в SymPy.stats.
6. Создание простого калькулятора для операций с матрицами в Python с использованием библиотеки NumPy.
7. Моделирование броска игральных костей и анализ результатов с помощью SymPy.
8. Сравнение методов Grid Search и Random Search для настройки одного гиперпараметра модели.
9. Изучение возможностей системы Maxima для решения школьных задач по алгебре и геометрии.
10. Разработка интерактивного пособия по основам символьных вычислений в Jupyter Notebook с использованием SymPy.
11. Анализ зависимости времени решения уравнения от его сложности в разных системах (Maple, SymPy).
12. Построение линейной модели регрессии "с нуля" с помощью символьных вычислений в SymPy.
13. Визуализация процесса градиентного спуска для функции одной переменной.
14. Исследование функции одной переменной: поиск экстремумов и точек перегиба с помощью Maple.
15. Реализация и сравнение логистической регрессии с использованием Scikit-learn и ее символьный вывод для частного случая.
16. Создание простого чат-бота-калькулятора на Python, интегрированного с SymPy.
17. Изучение работы с полиномами в системе SageMath.
18. Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения (например, модели радиоактивного распада) в MATLAB.

19. Сравнение эффективности встроенных оптимизаторов SciPy (minimize) на примере поиска минимума функции Розенброка.
20. Разработка набора тестов для проверки корректности символьных вычислений в SymPy на примере базовых математических тождеств.

#### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, лабораторным работам, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г
2	Подготовка к текущему контролю	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; лабораторные занятия.

–С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

–Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как

преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

– Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

– Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

– Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

– Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

– проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

– анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

– развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

#### **4. Оценочные и методические материалы**

##### **4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, разноуровневых заданий, типовых расчетов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение в математическое моделирование и ИИ	MF-1.1	ЛРН№1	Контрольные вопросы (1, 2, 28)
2	Символьные вычисления в ИИ	MF-1.1	ЛРН№2	Контрольные вопросы (3, 4, 5, 29)
3	Обзор систем компьютерной алгебры. Свободные и отечественные альтернативы	MF-1.1	ЛРН№3	Контрольные вопросы (6, 7, 30)
4	Вероятностные модели и символьная обработка	MF-1.1, MF-1.2	ЛРН№4	Контрольные вопросы (8, 9, 10, 11, 31)
5	Математические модели на основе дифференциальных уравнений	MF-1.1	ЛРН№5	Контрольные вопросы (12, 13, 14, 32)
6	Методы оптимизации гиперпараметров	MF-3.2	ЛРН№6	Контрольные вопросы (15, 16, 17, 33)
7	Интеграция символьных систем с ML-фреймворками	MF-1.1, MF-3.2	ЛРН№7	Контрольные вопросы (18, 19, 20, 21, 34)
8	Подготовка к курсовой работе	MF-1.1, MF-1.2, MF-3.2	ЛРН№8	КП
9	Введение в математическое моделирование и ИИ, Обзор систем компьютерной алгебры	ML-1.1, ML-1.2	ЛРН№1, ЛРН№3	Контрольные вопросы (1, 2, 6, 7, 28, 30)
10	Интеграция символьных систем с ML-фреймворками, Подготовка к курсовому проекту	ML-1.2	ЛРН№7, ЛРН№8, КП	Контрольные вопросы (18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 34)

## Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Соответствие освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: <b>удовлетворительно /зачтено</b> )				
<b>на пороговом уровне:</b>				
1.	<b>MF-1.1</b> Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их модификацию и адаптацию к специфике задачи	<b>Знать:</b> основные типы математических моделей и их классификацию <b>Уметь:</b> воспроизводить базовые операции в символьных системах по готовому образцу <b>Владеть:</b> навыками выполнения стандартных операций в одной символьной системе	ЛР, КП	Вопросы к зачету 1-10, 25,26
2.	<b>MF-1.2</b> Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	<b>Знать:</b> основные вероятностные распределения и их параметры <b>Уметь:</b> вычислять основные статистические характеристики с помощью встроенных функций <b>Владеть:</b> навыками построения графиков распределений по готовым шаблонам	ЛР, КП	Вопросы к зачету 1-6, 16-19, 25,26
3.	<b>MF-3.2</b> Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей машинного обучения, включая использование методов поиска (grid search, random search) и байесовской оптимизации	<b>Знать:</b> основные методы оптимизации гиперпараметров (Grid Search, Random Search) <b>Уметь:</b> применять методы оптимизации по готовому шаблону <b>Владеть:</b> навыками запуска процессов оптимизации с стандартными параметрами	ЛР, КП	Вопросы к зачету 11-15, 25,26
4	<b>ML-1.1</b> Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения	<b>Знать:</b> базовые определения и примеры основных типов задач машинного обучения (обучение с учителем, без учителя, с подкреплением). <b>Уметь:</b> по готовому описанию определить тип задачи МО (классификация, регрессия, кластеризация). <b>Владеть:</b> навыком различения типов задач на примерах из лабораторных работ по образцу.	ЛР, КП	Вопросы к зачету 1, 2, 6, 7, 28, 30

	<b>ML-1.2</b> Определяет тенденции развития, оценивает новизну и практическую значимость своих решений с точки зрения современного искусственного интеллекта	<b>Знать:</b> ключевые исторические периоды развития ИИ (этап экспертных систем, появление машинного обучения, глубокого обучения). <b>Уметь:</b> назвать 1-2 современных тренда в ИИ (например, большие языковые модели, компьютерное зрение). <b>Владеть:</b> навыком поиска в научных базах данных статей по заданной теме ИИ.	ЛР, КП	Вопросы к зачету 22, 24, 28, 30, 34
Соответствие освоения компетенций планируемому результату обучения и критериям их оценивания (оценка: <b>хорошо /зачтено</b> )				
<b>на базовом уровне:</b>				
1.	<b>MF-1.1</b> Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их модификацию и адаптацию к специфике задачи	<b>Знать:</b> особенности и области применения различных символьных систем <b>Уметь:</b> осознанно выбирать инструменты для решения типовых задач ИИ <b>Владеть:</b> навыками работы с несколькими символьными системами для решения практических задач	ЛР, КП	Вопросы к зачету 1-10, 25,26
2.	<b>MF-1.2</b> Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	<b>Знать:</b> понятия энтропии и KL-дивергенции и их смысл в ИИ <b>Уметь:</b> символьно вычислять параметры распределений и информационные меры <b>Владеть:</b> навыками интерпретации результатов вероятностного моделирования	ЛР, КП	Вопросы к зачету 1-6, 16-19, 25,26
3.	<b>MF-3.2</b> Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей машинного обучения, включая использование методов поиска (grid search, random search) и байесовской оптимизации	<b>Знать:</b> принципы работы байесовской оптимизации и ее преимущества <b>Уметь:</b> проводить сравнительный анализ методов оптимизации для конкретной задачи <b>Владеть:</b> навыками настройки параметров поиска для методов оптимизации	ЛР, КП	Вопросы к зачету 11-15, 25,26
	<b>ML-1.1</b> Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения	<b>Знать:</b> особенности, преимущества и ограничения каждого типа задач МО, их связь с видами математических моделей. <b>Уметь:</b> обоснованно выбрать тип задачи МО для решения практической проблемы из предметной области (например, прогнозирование,	ЛР, КП	Вопросы к зачету 1, 2, 6, 7, 28, 30

		обнаружение аномалий). <b>Владеть:</b> навыками сопоставления выбранного типа задачи с соответствующим классом алгоритмов и инструментальных средств (символьных, численных).		
	<b>ML-1.2</b> Определяет тенденции развития, оценивает новизну и практическую значимость своих решений с точки зрения современного искусственного интеллекта	<b>Знать:</b> движущие силы и взаимосвязь ключевых трендов развития ИИ (например, переход от чистых данных к использованию физических законов в PINN). <b>Уметь:</b> провести сравнительный анализ классического и современного (нейро-символьного, гибридного) подходов к решению типовой задачи ИИ. <b>Владеть:</b> навыками критической оценки новизны и практической применимости рассмотренного в литературе решения с точки зрения современных требований.	ЛР, КП	Вопросы к зачету 22, 24, 28, 30, 34
Соответствие освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: <b>отлично /зачтено</b> )				
<b><u>на продвинутом уровне:</u></b>				
1.	<b>MF-1.1</b> Обосновывает способы и варианты применения методов и моделей в задачах искусственного интеллекта, включая их модификацию и адаптацию к специфике задачи	<b>Знать:</b> передовые методы символьного моделирования в ИИ <b>Уметь:</b> творчески применять символьные системы для решения нестандартных задач <b>Владеть:</b> навыками интеграции символьных систем в сквозные ML-пайплайны	ЛР, КП	Вопросы к зачету 1-10, 25,26
2.	<b>MF-1.2</b> Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта	<b>Знать:</b> современные подходы к применению теории информации в ИИ <b>Уметь:</b> проводить комплексный анализ вероятностных моделей с использованием символьных вычислений <b>Владеть:</b> навыками разработки новых метрик на основе информационных мер	ЛР, КП	Вопросы к зачету 1-6, 16-19, 25,26
3.	<b>MF-3.2</b> Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей машинного обучения, включая использование методов поиска (grid search, random search) и байесовской оптимизации	<b>Знать:</b> современные методы и алгоритмы оптимизации в ML <b>Уметь:</b> комбинировать различные методы оптимизации для сложных случаев <b>Владеть:</b> навыками разработки критериев оценки эффективности методов оптимизации	ЛР, КП	Вопросы к зачету 11-15, 25,26

	<p><b>ML-1.1</b> Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения</p>	<p><b>Знать:</b> передовые и комплексные постановки задач МО (обучение с частичным привлечением учителя, активное обучение, многозадачное обучение) и их место в современных исследованиях ИИ.  <b>Уметь:</b> провести декомпозицию сложной прикладной проблемы на подзадачи различных типов МО и предложить архитектуру комплексного решения.  <b>Владеть:</b> навыками формулирования новых типов задач на стыке символьных вычислений и машинного обучения для решения актуальных исследовательских проблем.</p>	<p>ЛР, КП</p>	<p>Вопросы к зачету 1, 2, 6, 7, 28, 30</p>
	<p><b>ML-1.2</b> Определяет тенденции развития, оценивает новизну и практическую значимость своих решений с точки зрения современного искусственного интеллекта</p>	<p><b>Знать:</b> методологические принципы и экономические факторы, определяющие возникновение и смену парадигм в ИИ.  <b>Уметь:</b> прогнозировать перспективы развития конкретного направления ИИ (например, нейро-символьных методов) и аргументированно оценивать потенциал собственного решения в этом контексте.  <b>Владеть:</b> навыками анализа научно-технологического ландшафта ИИ для выявления перспективных ниш и формулирования обоснованных исследовательских гипотез.</p>	<p>ЛР, КП</p>	<p>Вопросы к зачету 22, 24, 28, 30, 34</p>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### Примерная тематика курсовых работ

№	Тема курсовой работы	Индикаторы компетенций
1	Сравнение символьного и численного решения уравнений в Maple и Python (SymPy)	<p><b>MF-1.1</b> - Обоснование выбора методов и инструментов для решения математических задач  <b>ML-1.2</b></p>

№	Тема курсовой работы	Индикаторы компетенций
2	Визуализация математических функций и поверхностей с помощью Maple	<b>MF-1.1</b> - Демонстрация возможностей инструментария для анализа математических моделей
3	Автоматизация проверки правильности вычисления производных с помощью SymPy	<b>MF-1.1</b> - Применение символьных вычислений для верификации математических операций, <b>ML-1.1</b>
4	Построение и анализ гистограмм и основных статистических характеристик данных в MATLAB	<b>MF-1.2</b> - Использование аппарата математической статистики для анализа данных
5	Исследование различных распределений вероятностей и их параметров в SymPy.stats	<b>MF-1.2</b> - Анализ вероятностных моделей и их характеристик
6	Создание простого калькулятора для операций с матрицами в Python с использованием библиотеки NumPy	<b>MF-1.1</b> - Реализация базовых математических операций средствами программирования
7	Моделирование броска игральных костей и анализ результатов с помощью SymPy	<b>MF-1.2</b> - Применение теории вероятностей для анализа случайных процессов
8	Сравнение методов Grid Search и Random Search для настройки одного гиперпараметра модели	<b>MF-3.2</b> - Использование методов оптимизации для настройки моделей машинного обучения
9	Изучение возможностей системы Maxima для решения школьных задач по алгебре и геометрии	<b>MF-1.1</b> - Освоение инструментов компьютерной алгебры для решения математических задач
10	Разработка интерактивного пособия по основам символьных вычислений в Jupyter Notebook с использованием SymPy	<b>MF-1.1</b> - Систематизация знаний о символьных вычислениях и их применении, <b>ML-1.1</b>
11	Анализ зависимости времени решения уравнения от его сложности в разных системах (Maple, SymPy)	<b>MF-1.1</b> - Сравнительный анализ эффективности математических инструментов <b>ML-1.2</b>
12	Построение линейной модели регрессии "с нуля" с помощью символьных вычислений в SymPy	<b>MF-1.1</b> - Реализация алгоритмов машинного обучения с использованием символьных вычислений, <b>ML-1.1</b>
13	Визуализация процесса градиентного спуска для функции одной переменной	<b>MF-1.1, MF-3.2</b> - Демонстрация работы оптимизационных алгоритмов
14	Исследование функции одной переменной: поиск экстремумов и точек перегиба с помощью Maple	<b>MF-1.1</b> - Применение математического анализа для исследования функций

№	Тема курсовой работы	Индикаторы компетенций
15	Реализация и сравнение логистической регрессии с использованием Scikit-learn и ее символьный вывод для частного случая	<b>MF-1.1, MF-1.2</b> - Сравнение численных и символьных методов в машинном обучении
16	Создание простого чат-бота-калькулятора на Python, интегрированного с SymPy	<b>MF-1.1</b> - Разработка прикладного решения с использованием символьных вычислений, <b>ML-1.1</b>
17	Изучение работы с полиномами в системе SageMath	<b>MF-1.1</b> - Освоение методов компьютерной алгебры для работы с полиномами
18	Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения (например, модели радиоактивного распада) в MATLAB	<b>MF-1.1</b> - Применение численных методов для решения дифференциальных уравнений
19	Сравнение эффективности встроенных оптимизаторов SciPy (minimize) на примере поиска минимума функции Розенброка	<b>MF-3.2</b> - Анализ эффективности различных методов оптимизации <b>ML-1.2</b>
20	Разработка набора тестов для проверки корректности символьных вычислений в SymPy на примере базовых математических тождеств	<b>MF-1.1</b> - Создание системы верификации математических вычислений

### В результате студент получит:

- Навыки работы с математическим софтом (Maple, MATLAB)
- Понимание, как базовые методы применяются в ИИ
- Возможность перейти к более сложным темам.

### Пример оформления курсовой: Тема №5 (Линейная регрессия):

*Реализация метода наименьших квадратов для предсказания цены дома по площади. Сравнение с готовой функцией `LinearRegression` из `sklearn`.*"

#### Этапы:

1. Загрузка датасета (например, Boston Housing)
2. Расчёт коэффициентов регрессии
3. Визуализация результатов.

### Примерная тематика курсовых работ (дополнительно)

1. Создание калькулятора для работы с матрицами на Python (сложение, умножение, определитель)
2. Программа для решения систем линейных уравнений методом Гаусса
3. Визуализация графиков функций одной переменной с помощью Matplotlib
4. Калькулятор для вычисления производных и интегралов с SymPy
5. Программа для проверки правильности вычисления производных с SymPy
6. Построение графиков нескольких функций на одном рисунке для сравнения
7. Моделирование броска игральной кости и анализ частоты выпадения
8. Программа для расчета основных статистических характеристик набора данных

данных

9. Визуализация нормального распределения и его параметров
10. Моделирование биномиального распределения и сравнение с теоретическими значениями
11. Генерация случайных чисел с заданным распределением и построение гистограмм
12. Программа для расчета вероятности событий в простых экспериментах
13. Численное решение уравнения радиоактивного распада
14. Визуализация решений простых дифференциальных уравнений
15. Сравнение точного и численного решений дифференциальных уравнений
16. Моделирование процесса охлаждения тела (закон Ньютона)
17. Решение дифференциального уравнения роста популяции
18. Программа для упрощения математических выражений с SymPy
19. Калькулятор для разложения многочленов на множители
20. Решение квадратных уравнений символьным методом
21. Программа для проверки математических тождеств
22. Вычисление пределов функций с помощью SymPy
23. Визуализация векторов и операций над ними
24. Программа для нахождения собственных значений и векторов матриц  $2 \times 2$
25. Построение прямых и кривых по их уравнениям
26. Калькулятор для работы с комплексными числами
27. Программа для проверки линейной зависимости векторов
28. Моделирование движения тела, брошенного под углом к горизонту
29. Расчет оптимальной упаковки коробок в ограниченном объеме
30. Программа для приближенного вычисления числа  $\pi$  различными методами
31. Калькулятор для финансовых расчетов (сложные проценты, аннуитеты)
32. Моделирование простой цепной реакции
33. Создание интерактивного графика с ползунками для параметров функции
34. Разработка простого калькулятора с графическим интерфейсом
35. Интерактивное пособие по основам теории вероятностей в Jupyter Notebook
36. Программа для визуализации геометрических преобразований
37. Интерактивный решатель квадратных уравнений с визуализацией
38. Поиск минимума функции одной переменной методом золотого сечения
39. Визуализация процесса сходимости итерационных методов
40. Программа для приближенного решения уравнений методом половинного деления
41. Поиск экстремумов функции с помощью производных
42. Сравнение скорости работы разных алгоритмов на примере сортировки
43. Построение диаграмм рассеяния и линий тренда
44. Создание анимации движения математического маятника
45. Визуализация трехмерных поверхностей простых функций
46. Построение графиков с областями под кривой для вероятностных распределений
47. Программа для создания графиков с несколькими панелями

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации**  
**Примерный перечень вопросов для зачета**

Контрольные вопросы	Перечень компетенций (части компетенции)

1. Дайте определение математической модели. Приведите примеры аналитических, численных и символьных моделей в ИИ.	MF-1.1
2. Назовите преимущества и недостатки систем компьютерной алгебры (на примере Maple/Mathematica) по сравнению с языком Python для задач ИИ.	MF-1.1
3. Что такое символьные вычисления? В чем их основное отличие от численных методов?	MF-1.1
4. Как символьные вычисления могут быть применены для вывода формулы градиента функции потерь?	MF-1.1
5. Проявите символьное решение квадратного уравнения и вычисление производной полинома в одной из изученных систем.	MF-1.1
6. Перечислите известные вам проприетарные и свободные системы компьютерной алгебры.	MF-1.1
7. В чем заключаются основные особенности и потенциальные преимущества отечественных систем (Mathpar, "Аналитик")?	MF-1.1
8. Как символьно задать нормальное распределение $N(\mu, \sigma^2)$ и вычислить его математическое ожидание и дисперсию в SymPy?	MF-1.2
9. Дайте определение информационной энтропии. Какой смысл она имеет в контексте машинного обучения?	MF-1.2
10. Что характеризует KL-дивергенция? Почему она несимметрична?	MF-1.2
11. Приведите пример задачи ML, где минимизация KL-дивергенции является ключевой.	MF-1.2
12. Какие типы дифференциальных уравнений наиболее часто используются при моделировании физических и биологических систем?	MF-1.1
13. Опишите разницу между символьным и численным решением ОДУ. В каких случаях предпочтительнее каждый из методов?	MF-1.1
14. Что такое фазовый портрет динамической системы и как его построить?	MF-1.1
15. В чем разница между методами Grid Search и Random Search для оптимизации гиперпараметров?	MF-3.2
16. Опишите принцип работы байесовской оптимизации. Каковы ее сильные и слабые стороны?	MF-3.2
17. Назовите библиотеки Python, используемые для настройки гиперпараметров моделей.	MF-3.2
18. Каковы основные сценарии интеграции символьных систем (Maple, SymPy) с ML-фреймворками (PyTorch/TensorFlow)?	MF-1.1
19. Что такое гибридное автоматическое дифференцирование и какие преимущества оно дает?	MF-1.1
20. Опишите процесс экспорта символьного выражения в исполняемый код (Python/C++). Зачем это нужно?	MF-1.1
21. Что такое вычислительный граф и как символьные системы помогают в его генерации и оптимизации?	MF-1.1
22. <i>Вопрос к курсовой работе:</i> Как вы обосновали выбор инструментария (символьной системы) для вашего проекта?	MF-1.1
23. <i>Вопрос к курсовой работе:</i> Какие математические модели и методы ИИ были использованы в вашем исследовании?	MF-1.1
24. <i>Вопрос к курсовой работе:</i> Как вы оценивали эффективность предложенного решения?	MF-3.2
25. <i>Вопрос к лабораторной работе №2:</i> Как аналитически полученный градиент сравнивается с численным методом (на примере конечных разностей)?	MF-1.1
26. <i>Вопрос к лабораторной работе №4:</i> Проявите, как энтропия распределения Бернулли зависит от параметра $p$ .	MF-1.2
27. <i>Вопрос к лабораторной работе №6:</i> Какой метод оптимизации гиперпараметров показал наилучший результат на вашем датасете и почему?	MF-3.2

28. Назовите ключевые факторы при выборе между использованием SymPy в Python и специализированной системы like Maple для исследовательского проекта.	MF-1.1
29. Каковы ограничения символьных вычислений при решении задач большой размерности?	MF-1.1
30. В чем заключаются основные идеи параллельных символьных вычислений в системе Mathpar?	MF-1.1
31. Свяжите понятия энтропии и KL-дивергенции с функцией потерь в задачах классификации.	MF-1.2
32. Как система символьной математики может помочь в анализе устойчивости решения дифференциального уравнения?	MF-1.1
33. Объясните, как байесовская оптимизация использует априорные знания для поиска гиперпараметров.	MF-3.2
34. Приведите пример, где символьная оптимизация вычислительного графа может дать значительный прирост производительности	MF-1.1
35. Перечислите основные типы задач машинного обучения. К какому типу можно отнести задачу оптимизации гиперпараметров модели?	ML-1.1
36. Назовите два-три современных тренда в области ИИ, где символьные вычисления (компьютерная алгебра) находят применение	ML-1.2
37. Как знание истории развития ИИ (от логических систем к нейросетям) помогает в выборе инструментов для нового проекта? Приведите пример.	ML-1.2

#### 4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

##### *Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания ответа на зачете:*

Шкала оценивания зачета

«Зачтено»: полный, структурированный ответ с примерами, умение связать теорию с практикой (например, «SVD применяется в PCA для уменьшения размерности данных»), даны не только определения, но и примеры применения, для практических вопросов разобраны код из лабораторных, может показать связь тем.

«Не зачтено»: Отсутствие ключевых понятий или грубые ошибки; неспособность объяснить применение метода в ИИ; не может разобрать коды из лабораторных, проблемы найти связь в темах.

##### *Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторных работ:*

Оценка зависит от:

- **Качества реализации** (работоспособность кода, эффективность)
- **Анализа результатов** (интерпретация, сравнение методов)
- **Оформления и отчетности** (четкость, соответствие стандартам)

Уровень	Требования
<b>Теоретическая подготовка (20%)</b>	
<b>Пороговый (3/5)</b>	Приведены базовые формулы, но без глубокого объяснения.

<b>Базовый (4/5)</b>	Дано обоснование выбранных методов, ссылки на источники.
<b>Продвинутый (5/5)</b>	Сравнение альтернативных подходов, критика ограничений.
<b>Практическая реализация (40%)</b>	
<b>Пороговый (3/5)</b>	Код работает, но без обработки ошибок и оптимизации.
<b>Базовый (4/5)</b>	Чистый код с комментариями, тестами и визуализацией.
<b>Продвинутый (5/5)</b>	Использование векторных операций, сравнение нескольких методов.
<b>Анализ результатов (30%)</b>	
<b>Пороговый (3/5)</b>	Простые графики без интерпретации.
<b>Базовый (4/5)</b>	Сравнение с теоретическими ожиданиями (например, сходимость градиентного спуска).
<b>Продвинутый (5/5)</b>	Анализ влияния гиперпараметров, статистические выводы.
<b>Оформление отчета (10%)</b>	
<b>Пороговый (3/5)</b>	Есть введение, код и выводы.
<b>Базовый (4/5)</b>	Структурированный отчет с графиками и таблицами.
<b>Продвинутый (5/5)</b>	LaTeX-документ или Jupyter Notebook с интерактивными визуализациями.

*Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания курсовых работ:*

#### **Общие критерии курсовых работ**

<b>Уровень</b>	<b>Требования</b>
<b>Теоретическая часть (математическое обоснование)</b>	
<b>Пороговый</b>	Приведены базовые формулы и определения без глубокого анализа
<b>Базовый</b>	Дано развернутое объяснение методов, их плюсы/минусы, ссылки на источники.
<b>Продвинутый</b>	Собственный анализ методов, критика существующих подходов, предложения улучшений.

<b>Практическая реализация</b>	
<b>Пороговый</b>	Работающий код на Python/MATLAB с минимальными комментариями.
<b>Базовый</b>	Чистый, модульный код с пояснениями, тестами и визуализацией.
<b>Продвинутый</b>	Оптимизированный код, сравнение нескольких методов, обработка edge-cases.
<b>Эксперименты и анализ результатов</b>	
<b>Пороговый</b>	Простые тесты на синтетических данных без глубокого анализа.
<b>Базовый</b>	Сравнение с baseline-методами, интерпретация метрик (MSE, Accuracy).
<b>Продвинутый</b>	Анализ устойчивости, влияние гиперпараметров, статистическая значимость.
<b>Оформление и структура</b>	
<b>Пороговый</b>	Наличие введения, основной части и выводов.
<b>Базовый</b>	Четкая структура (оглавление, список литературы, графики).
<b>Продвинутый</b>	Публикация кода на GitHub, оформление в LaTeX, видео-презентация.

### Шкала оценивания

<b>Балл</b>	<b>Уровень выполнения</b>	<b>Соответствие критериям</b>
<b>5 (Отлично)</b>	Продвинутый	Все критерии выполнены на высоком уровне + инновации.
<b>4 (Хорошо)</b>	Базовый	Полное соответствие без серьезных недочетов.
<b>3 (Удовл.)</b>	Пороговый	Минимальные требования выполнены, но есть недочеты.
<b>2 (Неуд.)</b>	Ниже порога	Критические ошибки в теории/практике.

### 4.3 Методические указания по организации лабораторных работ по дисциплине «Инструментальные средства моделирования в ИИ»

#### 1. Общие сведения

**Образовательная программа:** «Искусственный интеллект и аналитика данных»

**Дисциплина:** «Инструментальные средства моделирования в ИИ»

**Вид обеспечения:** Проведение лабораторных работ

**Условия применения:**

Для успешного выполнения лабораторных работ необходимо обеспечить:

- 1) **Программное обеспечение:**
  - MATLAB (с Toolboxes: Symbolic Math, Global Optimization, Deep Learning)
  - Maple (для символьных вычислений)
  - Python (с библиотеками: NumPy, SciPy, SymPy, TensorFlow/PyTorch)
  - Jupyter Notebook / Google Colab (для интеграции Python и MATLAB)
- 2) **Аппаратное обеспечение:**
  - Компьютеры с ОС Windows/Linux, поддерживающие MATLAB и Python
  - Достаточные вычислительные ресурсы (CPU/GPU) для работы с нейросетевыми моделями
- 3) **Облачная инфраструктура (опционально):**
  - Доступ к MATLAB Online / Maple Cloud
  - Google Colab Pro / Kaggle для работы с GPU

## 2. Цели, задачи и ожидаемые результаты выполнения лабораторных работ

### 2.1. Обоснование необходимости лабораторных работ

Лабораторные работы в данной дисциплине необходимы, поскольку:

а) **Практическая направленность:** Нейросетевое моделирование требует не только теоретических знаний, но и навыков работы с инструментами (MATLAB, Maple, Python).

б) **Формирование инженерного мышления:** Студенты учатся применять математические методы (дифференциальные уравнения, оптимизация, линейная алгебра) в реальных задачах ИИ.

в) **Подготовка к реальным проектам:** Работа с гибридными моделями (нейро-символьные методы) развивает навыки, востребованные в индустрии.

### 2.2. Задачи лабораторных работ

1. **Освоение инструментов:**
  - Работа с интерфейсом MATLAB/Maple/Python.
  - Автоматизация символьных вычислений.
2. **Применение математических методов:**
  - Решение дифференциальных уравнений (аналитически и численно).
  - Оптимизация функций (градиентные методы, генетические алгоритмы).
3. **Интеграция методов:**
  - Связь символьных вычислений и нейросетей (автоматическая генерация уравнений).
  - Гибридное моделирование (Python + MATLAB/Maple).

### 2.3. Ожидаемые результаты

После выполнения лабораторных работ студенты смогут:

- ✓ **Применять символьные вычисления** (аналитические производные, упрощение выражений).
- ✓ **Решать дифференциальные уравнения** (Euler, Runge-Kutta, dsolve).
- ✓ **Использовать методы оптимизации** (градиентный спуск, генетические алгоритмы).
- ✓ **Работать с матричными разложениями** (SVD, PCA) и байесовскими моделями.
- ✓ **Интегрировать нейросетевые и символьные методы** (генерация уравнений для нейросетей).

### 2.4. Что необходимо для реализации лабораторных работ?

- 1) **Методические материалы:**
  - Пошаговые инструкции по каждой теме.
  - Примеры кода (MATLAB/Python).

- 2) **Техническая поддержка:**
  - Настройка ПО на компьютерах.
  - Доступ к облачным ресурсам (при необходимости).
- 3) **Контроль выполнения:**
  - Отчеты по каждой работе.
  - Автоматическая проверка (если используются Jupyter/Colab).

Лабораторные работы в данной дисциплине позволяют студентам **перейти от теории к практике**, освоив ключевые инструменты нейросетевого моделирования. Это формирует **навыки, необходимые для работы в области ИИ**, включая символьные вычисления, оптимизацию и гибридное моделирование.

#### **Формат:**

- Каждая работа включает **теоретическую справку, пошаговое руководство и задания для самостоятельного выполнения**.
- Рекомендуется **сочетание индивидуальной и групповой работы** (особенно в задачах оптимизации и гибридного моделирования).

Таким образом, предложенный план лабораторных работ обеспечит **системный подход к обучению** и подготовит студентов к решению реальных задач в области нейросетевого моделирования.

### **3. Порядок реализации лабораторных работ**

#### **3.1. Задача №1: Освоение инструментов**

**Цель:** Научиться работать с интерфейсом MATLAB, Maple и Python, выполнять базовые и символьные вычисления.

#### **Тема 1: Символьные вычисления (MATLAB Symbolic Math / Maple / SymPy)**

##### **Пошаговая инструкция:**

1. **Знакомство с интерфейсом:**
  - Запуск MATLAB → вкладка *Symbolic Math Toolbox*.
  - Запуск Maple → базовые панели инструментов.
  - Запуск Python (Jupyter Notebook) → импорт SymPy.
2. **Базовые операции:**
  - Задание переменных:

matlab

```
syms x y
f = x^2 + sin(y)
```

- Подстановка значений:

matlab

```
subs(f, [x, y], [2, pi/2])
```

#### 3. **Аналитические вычисления:**

- Упрощение выражений:

matlab

```
simplify(exp(log(x)) + (x^2 - 1)/(x + 1))
```

- Разложение в ряд Тейлора:

matlab

```
taylor(exp(x), x, 'Order', 5)
```

#### 4. **Решение уравнений:**

- Линейные и нелинейные:

matlab

```
solve(x^2 - 4 == 0, x)
```

- Системы уравнений:

matlab

```
[x, y] = solve(x + y == 3, x - y == 1)
```

**Задания:**

1. Вычислить аналитическую производную  $d(\sin(x)/(x^2+1))/dx$ .
2. Решить систему:  
 $2x+3y=5$   
 $4x-y=3$
3. Разложить  $\cos(x)$  в ряд Тейлора до 4-го порядка.

### 3.2. Задача №2: Применение математических методов

**Цель:** Освоить численные и аналитические методы решения дифференциальных уравнений и оптимизации.

**Тема 2: Дифференциальные уравнения и оптимизация**

**Пошаговая инструкция:**

#### 1. Численное решение ОДУ (MATLAB):

- Метод Эйлера:

matlab

```
[t, y] = ode45(@(t,y) -2*y, [0 5], 1);  
plot(t, y)
```

- Runge-Kutta (использование ode45).

#### 2. Аналитическое решение (Maple):

maple

```
dsolve(diff(y(x), x) = -2*y(x), y(0) = 1)
```

#### 3. Оптимизация:

- Градиентный спуск (Python):

python

```
from scipy.optimize import minimize  
result = minimize(lambda x: (x[0]-3)**2 + (x[1]-2)**2, [0, 0], method='BFGS')
```

- o Генетические алгоритмы (MATLAB):

matlab

```
options = optimoptions('ga', 'PopulationSize', 50);  
x = ga(@(x) x^2 + 4, 1, options);
```

**Задания:**

1. Решить ОДУ  $y' = -0.5y$  с начальным условием  $y(0)=4$  (аналитически и численно).
2. Найти минимум функции  $f(x)=x^2+4x+5$  методом Ньютона.
3. Решить задачу глобальной оптимизации  $f(x)=\sin(x)+0.1x^2$  с помощью генетического алгоритма.

### 3.3. Задача №3: Интеграция методов

**Цель:** Связать символьные вычисления с нейросетевыми моделями, реализовать гибридное моделирование.

**Тема 4: Нейро-символьные методы**

**Пошаговая инструкция:**

#### 1. Генерация уравнений для нейросетей (Python + SymPy):

- Автоматический вывод градиента:

python

```
from sympy import symbols, diff  
x, y = symbols('x y')  
f = x**2 + y**2  
grad = [diff(f, var) for var in [x, y]] # [2x, 2y]
```

#### 2. Интеграция Python + MATLAB:

- Использование MATLAB Engine для Python:

python

```
import matlab.engine
eng = matlab.engine.start_matlab()
eng.eval("sqrt(4)", nargout=1)
```

### 3. Гибридное моделирование:

- Передача символьных выражений из Maple в TensorFlow:

Экспорт уравнений → код на Python → использование в нейросети.

#### Задания:

1. Сгенерировать уравнения градиента для функции  $f(x,y)=\sin(xy)+\exp(x)$ .
2. Реализовать обмен данными между Python и MATLAB: передать матрицу из NumPy в MATLAB, вычислить SVD.
3. Построить гибридную модель:
  - Аналитически решить ОДУ в Maple.
  - Использовать решение как вход для нейросети в PyTorch.

#### Итоговая структура каждой лабораторной работы:

1. Теоретическая часть (краткое описание методов).
2. Пошаговые инструкции (код + пояснения).
3. Индивидуальные задания (3–5 задач на самостоятельное выполнение).
4. Контрольные вопросы (например, "В чем преимущество символьного дифференцирования перед численным?").

Такой подход обеспечит постепенное усложнение задач и интеграцию знаний из разных тем.

#### Соответствие лабораторных работ и индикаторов компетенций

В таблице ниже представлено, как каждая лабораторная работа способствует формированию заявленных компетенций.

Компетенция	Соответствующие лабораторные работы	Обоснование
<b>MF-1.1</b> Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ	<b>ЛР 1:</b> Сравнительный анализ интерфейсов символьных систем <b>ЛР 2:</b> Аналитический вывод градиентов <b>ЛР 3:</b> Работа с открытыми и отечественными системами <b>ЛР 5:</b> Моделирование динамических систем <b>ЛР 7:</b> Гибридный пайплайн (символьные системы + ML)	Работы требуют выбора и обоснования применения конкретного математического аппарата (дифф. исчисление, линейная алгебра, теория ДУ) и инструментария для решения задач ИИ, что напрямую формирует данную компетенцию.
<b>MF-1.2</b> Применяет аппарат теории вероятностей, матстатистики и теории информации для	<b>ЛР 4:</b> Символьное исследование распределений, энтропии и KL-дивергенции	Работа напрямую нацелена на применение аппарата теории вероятностей и информации (расчет энтропии, дивергенции) для анализа моделей, что является прямым

формулирования и анализа задач ИИ		проявлением индикатора компетенции.
<b>MF-3.2</b> Применяет методы оптимизации для настройки гиперпараметров моделей машинного обучения, включая использование методов поиска	<b>ЛР 6:</b> Сравнительный анализ методов оптимизации гиперпараметров	Работа требует прямого применения методов оптимизации (Grid Search, Random Search, байесовская оптимизация) для настройки моделей машинного обучения, что полностью соответствует формулировке компетенции.
<b>ML-1.1</b> – Различает основные типы задач машинного обучения и применяет на практике принципы их решения	<b>ЛР №1:</b> Сравнительный анализ интерфейсов символьных систем <b>ЛР №3:</b> Работа с открытыми и отечественными системами	Работы требуют понимания, для какого типа задач (аналитических, численных, символьных) предназначена та или иная система, что формирует способность различать типы задач МО и выбирать адекватный инструмент.
<b>ML-1.2</b> – Определяет тенденции развития, оценивает новизну и практическую значимость своих решений с точки зрения современного ИИ	<b>ЛР №7:</b> Гибридный пайплайн (символьные системы + ML) <b>ЛР №8:</b> Подготовка и реализация курсового проекта	Работы связаны с интеграцией современных инструментов (символьных систем и ML-фреймворков) и реализацией проекта, что требует анализа текущих трендов (нейро-символьный ИИ) и оценки практической значимости решений.
<b>Комплексное проявление компетенций (MF-1.1, MF-1.2, MF-3.2, ML-1.1, ML-1.2)</b>	<b>ЛР №8:</b> Подготовка и реализация курсового проекта	Итоговый проект требует комплексного применения всех полученных знаний и навыков: выбора и обоснования математического аппарата и инструментов ( <b>MF-1.1, ML-1.1</b> ), анализа данных и моделей ( <b>MF-1.2</b> ), настройки моделей ( <b>MF-3.2</b> ) и оценки решения в контексте трендов ИИ ( <b>ML-1.2</b> ).

#### Детализация по темам

##### 1. MF-1.1 (Математическое обоснование методов ИИ)

###### Тема 1 (Символьные вычисления):

- Аналитический вывод градиентов → необходимо для backpropagation в нейросетях.
- Решение уравнений → помогает в проектировании архитектур (например, нахождение равновесия в GAN).

###### Тема 4 (Нейро-символьные методы):

- Генерация уравнений для нейросетей → связь символической математики и обучения.
- Пример: автоматический вывод уравнений динамики для Physics-Informed Neural Networks (PINNs).

##### 2. MF-1.2 (Теория вероятностей в ML)

### **Тема 3 (Вероятностные модели):**

- Байесовские сети → основа для Bayesian Neural Networks.
- Цепи Маркова → применяются в reinforcement learning (MDP).
- PCA/SVD → используются в уменьшении размерности данных.

### **3. MF-3.1 (Методы оптимизации)**

#### **Тема 2 (Оптимизация):**

- Градиентный спуск → базовый метод обучения нейросетей.
- Генетические алгоритмы → оптимизация гиперпараметров.
- Численные методы для ОДУ → применяются в Neural ODEs.

### **4. FC-1 (Теоретическое обоснование DL)**

#### **Тема 4 (Нейро-символьные методы):**

- Аналитическая проверка корректности нейросетевых моделей (например, символьная верификация градиентов).
- Пример: обоснование устойчивости гибридной модели "нейросеть + дифференциальные уравнения".

Предложенные лабораторные работы покрывают все заявленные индикаторы компетенций, обеспечивая:

- 1) **Глубокое понимание математики** (MF-1.1, MF-1.2).
- 2) **Практические навыки оптимизации** (MF-3.2).

**Рекомендация:** Включить в отчеты по лабораторным работам пункт "Обоснование выбранных методов", чтобы явно отражать формирование компетенций MF-1.1.

### **Чек-лист для проверки выполнения лабораторных работ**

Этот чек-лист поможет преподавателю и студентам убедиться, что все этапы работ выполнены корректно.

### **Общий чек-лист для всех лабораторных работ**

#### **1) Подготовка к работе**

- Установлено необходимое ПО (MATLAB, Maple, Python с библиотеками).
- Проверена работоспособность среды (запуск примеров из документации).
- Изучены методические указания и теоретическая часть.

#### **2) Выполнение заданий**

- Код написан без синтаксических ошибок.
- Результаты вычислений соответствуют ожидаемым (проверка на тестовых данных).
- Для символьных вычислений проведена аналитическая проверка (например, ручной расчет производной).
- Для численных методов проведена оценка точности (сравнение с аналитическим решением, если возможно).

#### **3) Отчетность**

Отчет содержит:

- Цель работы.
- Листинги кода с комментариями.
- Результаты вычислений (графики, таблицы, выводы).
- Ответы на контрольные вопросы.

Оформление соответствует стандартам (титульный лист, нумерация страниц).

---

### **Чек-листы по темам**

#### **Тема 1: Символьные вычисления**

#### **Критерии проверки:**

- Переменные и функции заданы корректно (проверка `syms` в MATLAB/SymPy).
- Упрощение выражений дает ожидаемый результат (например,  $(x^2 - 1)/(x + 1) \rightarrow x - 1$ ).
- Решение уравнений совпадает с ручным расчетом (проверка для линейных/нелинейных случаев).
- Ряд Тейлора построен верно (сравнение с эталонным разложением).

#### Пример проверки для задания 1:

matlab

```
syms x
f = sin(x)/(x^2 + 1);
df = diff(f, x);
% Проверка: df должен совпадать с ручным расчетом (cos(x)(x^2+1) - 2x sin(x)) / (x^2 + 1)^2
```

### Тема 2: Дифференциальные уравнения и оптимизация

#### Критерии проверки:

- Численное решение ОДУ (Euler/Runge-Kutta) сходится при уменьшении шага.
- Аналитическое решение (Maple `dsolve`) верифицировано подстановкой в исходное уравнение.
- Градиентный спуск сходится к правильному минимуму (проверка на выпуклых функциях).
- Генетический алгоритм находит глобальный минимум (тест на многоэкстремальной функции).

#### Пример проверки для задания 2:

python

```
from scipy.optimize import minimize
result = minimize(lambda x: (x[0]-3)**2 + (x[1]-2)**2, [0, 0], method='BFGS')
# Проверка: result.x ≈ [3, 2] с точностью 1e-5
```

### Тема 3: Линейная алгебра и вероятностные модели

#### Критерии проверки:

- Матричные разложения (SVD/PCA) восстанавливают исходную матрицу с допустимой погрешностью.
- Регрессия МНК дает коэффициенты, близкие к `sklearn.linear_model.LinearRegression`.
- Байесовская сеть корректно вычисляет апостериорные вероятности (проверка на тестовом наборе).
- Цепь Маркова сходится к стационарному распределению (имитационное моделирование).

#### Пример проверки для задания 3:

matlab

```
[U, S, V] = svd(A);
reconstructed_A = U * S * V';
% Проверка: norm(A - reconstructed A) < 1e-10
```

### Тема 4: Нейро-символьные методы

#### Критерии проверки:

- Сгенерированные градиенты совпадают с численными (проверка `torch.autograd`).
- Гибридная модель (Python + MATLAB) обменивается данными без ошибок.
- Нейросеть, использующая символьные уравнения, проходит тесты на валидационной выборке.

#### Пример проверки для задания 4:

python

```
import matlab.engine
```

```
eng = matlab.engine.start_matlab()
result = eng.sqrt(4.0) # Должно вернуть 2.0
assert abs(result - 2.0) < 1e-6
```

### Итоговый контроль

- Все задания выполнены в срок.
- Отчет защищен (студент может объяснить любую часть кода).
- Результаты воспроизводимы (запуск на другом компьютере дает тот же вывод).

Преподаватель может использовать этот чек-лист при проверке работ, а также рекомендовать студентам применять его для самоконтроля. Этот подход минимизирует ошибки и обеспечит системное освоение компетенций.

## 4.4 Методические указания по организации курсовых работ по дисциплине «Инструментальные средства моделирования в ИИ»

### 1. Общие сведения

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 2-го года обучения.
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам (GPU/CPU).
- Python + Jupyter + Google Colab.
- Для символьной математики — SymPy/SageMath
- Octave (аналог MATLAB).

### 2. Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели:

- Закрепление теоретических знаний на практике.
- Развитие навыков работы в профессиональной деятельности.
- Подготовка к решению реальных задач в индустрии.

Задачи:

- Обеспечить студентов темами курсовых работ.
- Предоставить доступ к необходимым вычислительным ресурсам.
- Организовать проверку и обратную связь по выполненным работам.

Ожидаемые результаты:

- навыки работы с математическим софтом (Maple, MATLAB или аналогами Octave, SageMath, Maxima, SymPy);
- понимание, как базовые методы применяются в ИИ;
- возможность перейти к более сложным темам.

### 3. Порядок реализации

#### 3.1. Примерная тематика курсовых работ

1. Численное дифференцирование и интегрирование в MATLAB (Сравнение точности разных методов (конечные разности, метод трапеций). Применение для анализа простых функций.)

2. Базовые операции в MATLAB/Maple: решение простых уравнений (Решение линейных и квадратных уравнений аналитически и численно. Визуализация решений.) (MF-1.2)

3. Разложение функций в ряд Тейлора (Анализ сходимости для элементарных функций (sin, cos, exp). Визуализация приближений.)

4. Решение систем линейных уравнений (матричные методы) (Использование `linsolve` и `inv` в MATLAB. Сравнение методов (LU, QR-разложение).
5. Линейная регрессия методом наименьших квадратов (Реализация на Python/Matlab. Анализ ошибки на синтетических данных).
6. Байесовский классификатор для простых данных (Применение наивного байесовского классификатора. Сравнение с логистической регрессией)
7. Моделирование простой марковской цепи (Пример: прогноз погоды или поведение пользователя. Визуализация переходов между состояниями)
8. Градиентный спуск для линейной регрессии (Реализация с нуля на Python. Анализ влияния `learning rate` на сходимость, библиотеки NumPy, PyTorch).

## 3.2 Структура курсовой работы

### 1. Теоретическая часть

#### 1.1. Введение

- Актуальность темы: Обоснование выбора темы, ее значимость в современной науке и практике.
- Цель работы: Четко сформулированная цель исследования.
- Задачи: Конкретные шаги для достижения цели (3–5 пунктов).

#### 1.2. Обзор литературы

- Ключевые понятия: Основные термины, теоремы, методы, используемые в работе.
- Анализ существующих исследований: Обзор научных статей, книг и других источников (желательно за последние 5 лет).
- Сравнение подходов: Плюсы и минусы разных методов решения задачи.

#### 1.3. Математические/алгоритмические основы

- Формулы и уравнения: Основные математические выкладки, доказательства (если требуются).
- Алгоритмы: Описание методов, их схема или псевдокод.
- Теоретические ограничения: Условия применимости, точность, вычислительная сложность.

### 2. Практическая реализация

#### 2.1. Выбор инструментов

- Программное обеспечение: Python (+библиотеки), MATLAB, Maple и др. (или их аналоги).
- Аппаратные требования: Необходимость GPU, объем памяти и т.д.

#### 2.2. Описание реализации

- Архитектура решения: Блок-схема или схема взаимодействия компонентов.
- Ключевые функции/модули: Описание основных частей кода или математической модели.
- Примеры кода: Фрагменты, демонстрирующие ключевые этапы.

#### 2.3. Особенности реализации

- Проблемы и их решение: Какие сложности возникли и как были преодолены.
- Оптимизации: Ускорение вычислений, уменьшение использования памяти.

### 3. Эксперименты и анализ результатов

#### 3.1. Методика экспериментов

- Датасеты: Источники данных или способ их генерации.
- Параметры тестирования: Размер выборки, гиперпараметры моделей.
- Метрики: Критерии оценки (точность, MSE, скорость работы, F1-score, ROC-AUC и т.д.).

### 3.2. Результаты

- Таблицы и графики: Сравнение разных методов или параметров.
- Интерпретация: Почему одни методы работают лучше других.

### 3.3. Сравнение с аналогами

- Альтернативные подходы: Как другие решают эту задачу.
- Преимущества/недостатки: Почему ваш метод лучше/хуже.

## 4. Оформление и структура

### 4.1. Структура документа

- Титульный лист: По стандарту вуза.
- Оглавление: С указанием страниц.
- Введение, главы, заключение, список литературы, приложения.

### 4.2. Требования к оформлению

- Текст: Шрифт (обычно Times New Roman, 14pt), межстрочный интервал (1.5) (методичка университета по оформлению курсовых работ URL: [https://www.kubsu.ru/sites/default/files/insert/page/uchebno-metodicheskie\\_ukazaniya\\_struktura\\_i\\_oformlenie\\_magisterskoy\\_dissertacii\\_bakalavrskoy\\_diplo\\_mnoy\\_i\\_kursovoy\\_rabot.pdf](https://www.kubsu.ru/sites/default/files/insert/page/uchebno-metodicheskie_ukazaniya_struktura_i_oformlenie_magisterskoy_dissertacii_bakalavrskoy_diplo_mnoy_i_kursovoy_rabot.pdf))

- Формулы: Нумерованные, с пояснением переменных.
- Рисунки и таблицы: Подписи, ссылки в тексте.

### 4.3. Проверка на уникальность

- Антиплагиат: Требуемый процент оригинальности (обычно 70–80%).
- Ссылки на источники: ГОСТ (методичка по оформлению списка литературы [oformlenie\\_bibliograficheskikh\\_ssylok\\_2024.pdf](#)).

### Критерии качества

- **Теория:** Глубина анализа, актуальность источников.
- **Практика:** Работоспособность кода, соответствие задаче.
- **Эксперименты:** Четкость методики, наглядность результатов.
- **Оформление:** Соответствие стандартам, грамотность.

### Критерии оценивания курсовых

#### Теоретическая часть (математическое обоснование):

*Пороговый* – Приведены базовые формулы и определения без глубокого анализа

*Базовый* – Дано развернутое объяснение методов, их плюсы/минусы, ссылки на источники.

*Продвинутый* – Собственный анализ методов, критика существующих подходов, предложения улучшений.

#### Практическая реализация

*Пороговый* – Работающий код на Python/MATLAB с минимальными комментариями.

*Базовый* – Чистый, модульный код с пояснениями, тестами и визуализацией.

*Продвинутый* – Оптимизированный код, сравнение нескольких методов, обработка edge-cases.

### **Эксперименты и анализ результатов**

*Пороговый* – Простые тесты на синтетических данных без глубокого анализа.

*Базовый* – Сравнение с baseline-методами, интерпретация метрик (MSE, Accuracy).

*Продвинутый* – Анализ устойчивости, влияние гиперпараметров, статистическая значимость.

### **Оформление и структура**

*Пороговый* – наличие введения, основной части и выводов.

*Базовый* – Четкая структура (оглавление, список литературы, графики).

*Продвинутый* – Публикация кода на GitHub, оформление в LaTeX, видеопрезентация.

<b>Балл</b>	<b>Уровень выполнения</b>	<b>Соответствие критериям</b>
<b>5 (Отлично)</b>	Продвинутый	Все критерии выполнены на высоком уровне + инновации.
<b>4 (Хорошо)</b>	Базовый	Полное соответствие без серьезных недочетов.
<b>3 (Удовл.)</b>	Пороговый	Минимальные требования выполнены, но есть недочеты.
<b>2 (Неуд.)</b>	Ниже порога	Критические ошибки в теории/практике.

### **Формируемые компетенции:**

MF-1 Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач искусственного интеллекта;

MF-3 Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта;

Методические указания по выполнению кейса для индустриального партнера

Кейс 9: Индивидуальная оценка кредитоспособности клиента на основе поведенческих данных

#### **Обоснование выбора:**

Этот кейс идеально сочетает в себе:

1. **Математическое моделирование:** Требуется построения и анализа скоринговой модели.

2. **Символьные вычисления:** Позволяет использовать символьные системы (SymPy, Maple) для аналитического вывода формул, анализа функций потерь и работы с вероятностными распределениями.
3. **Визуализация:** Необходима для интерпретации модели и представления результатов (SHAP, LIME).
4. **Интеграция:** Возможность интеграции символьного анализа с ML-фреймворками (PyTorch/TensorFlow) для создания гибридного пайплайна.
5. **Связь с темами дисциплины:** Прямо касается вероятностных моделей, оптимизации и применения методов ИИ для решения прикладных задач.

Разложение кейса по шагам выполнения

**Цель проекта:** Разработать прототип ML-модели для оценки кредитного риска, которая дополняет традиционные финансовые данные поведенческими признаками, с использованием инструментов символьной математики для анализа и объяснения решений.

### Этап 1: Постановка задачи и математическое описание (Лекционный блок)

- **Шаг 1.1.** Определение целевой переменной и типа задачи.
  - **Задача:** Бинарная классификация (дефолт = 1, исполнение = 0).
  - **Математическая формализация:** Построение функции  $P(\text{default} | X_{\text{fin}}, X_{\text{beh}})$ , где  $X_{\text{fin}}$  — финансовые признаки,  $X_{\text{beh}}$  — поведенческие признаки.
- **Шаг 1.2.** Сбор и формализация признаков.
  - **Финансовые:** доход, расходы, кредитная история (числовые и категориальные).
  - **Поведенческие (цифровой след):** частота логинов в приложение ( $f_{\text{login}}$ ), среднее время сессии ( $t_{\text{session}}$ ), география операций (энтропия локаций  $H_{\text{loc}}$ ), время суток активности (категория).
  - **Инструмент:** Создание схемы данных с описанием типов и возможных преобразований. Использование SymPy для символьного задания вычисляемых признаков (например,  $H_{\text{loc}} = -\sum p_i * \log(p_i)$ ).

### Этап 2: Разработка гибридной модели (Лекционный + Лабораторный блок)

- **Шаг 2.1.** Символьное проектирование архитектуры.
  - **Инструмент:** Maple / SymPy.
  - **Действие:** Аналитический вывод функции потерь (логистическая) для выбранной модели. Символьное вычисление её градиента и гессиана для анализа свойств (выпуклость, точки минимума).

#### Пример в SymPy:

```
python
import sympy as sp
# Определение символов
w, b, x, y = sp.symbols('w b x y')
# Логистическая функция потерь для одного наблюдения
z = w*x + b
p = 1 / (1 + sp.exp(-z)) # Вероятность дефолта
loss = -y*sp.log(p) - (1-y)*sp.log(1-p)
# Символьное вычисление градиента
grad_w = sp.diff(loss, w)
grad_b = sp.diff(loss, b)
sp.simplify(grad_w), sp.simplify(grad_b)
```

- **Шаг 2.2.** Разработка пайплайна обработки данных.
  - **Инструмент:** Python (Pandas, NumPy), интеграция с SymPy.

- **Действие:** Написание скриптов для генерации/загрузки синтетических данных, обработки пропусков, кодирования категориальных переменных. Использование символьных преобразований для нормализации признаков.

- **Шаг 2.3. Реализация и обучение модели.**

- **Инструмент:** Scikit-learn / PyTorch.

- **Действие:** Реализация логистической регрессии или небольшой нейронной сети. Обучение на подготовленных данных.

**Этап 3: Объяснимость и анализ модели (Лабораторный блок)**

- **Шаг 3.1. Символьный анализ важности признаков.**

- **Инструмент:** SymPy / Maple.

- **Действие:** Для линейной модели аналитическое вычисление весовых коэффициентов и их интерпретация. Для нелинейной — аппроксимация влияния признаков с помощью разложения в ряд Тейлора в окрестности среднего значения.

- **Шаг 3.2. Численный анализ с помощью SHAP/LIME.**

- **Инструмент:** Python (SHAP, LIME библиотеки).

- **Действие:** Подключение библиотек explainable AI для визуализации вклада каждого поведенческого признака в итоговое решение модели для конкретных клиентов.

- **Шаг 3.3. Сравнительная визуализация.**

- **Инструмент:** Matplotlib / Seaborn / Plotly.

- **Действие:** Построение графиков, сравнивающих важность традиционных и поведенческих признаков. Визуализация зависимостей (например, как вероятность дефолта меняется с ростом энтропии локаций).

**Этап 4: Оптимизация и валидация (Лабораторный блок)**

- **Шаг 4.1. Символьная настройка гиперпараметров.**

- **Инструмент:** SymPy для анализа, Optuna/Scikit-learn для поиска.

- **Действие:** Исследование функции качества модели (например, AUC-ROC) в зависимости от гиперпараметров (сила регуляризации). Аналитический поиск оптимальной точки для упрощённых случаев.

- **Шаг 4.2. Оценка эффективности.**

- **Инструмент:** Python.

- **Действие:** Расчёт метрик (Accuracy, Precision, Recall, F1, AUC-ROC) на валидационной выборке. Сравнение производительности модели только на финансовых данных и модели с добавлением поведенческих признаков.

- **Шаг 4.3. Подготовка отчёта.**

- **Инструмент:** Jupyter Notebook / LaTeX.

- **Действие:** Оформление всех этапов работы, включая листинги символьных вычислений, графики, выводы о практической значимости поведенческих признаков и ограничениях модели.

---

Связь с темами дисциплины:

- **Тема 2 (Символьные вычисления в ИИ):** Аналитический вывод градиентов для функции потерь.

- **Тема 4 (Вероятностные модели):** Работа с логистическим распределением, интерпретация выхода модели как вероятности.

- **Тема 6 (Методы оптимизации):** Настройка гиперпараметров модели.

- **Тема 7 (Интеграция с ML-фреймворками):** Создание гибридного пайплайна от символьного анализа в Maple/SymPy до обучения модели в PyTorch/Scikit-learn.

- **Лабораторные работы:** Практически все шаги соответствуют задачам ЛР №2, №4, №6, №7.

Этот кейс позволяет студенту пройти полный цикл: от математической постановки и символического анализа через реализацию и визуализацию к итоговой оценке, что полностью отвечает целям дисциплины.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Литература**

1. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебник для вузов / Ф. А. Новиков. - Москва : Юрайт, 2025. - 278 с. - URL: <https://www.urait.ru/bcode/561410> (дата обращения: 19.09.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-00734-3. - Текст : электронный. URL: [http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=147743&idb=0](http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=147743&idb=0)

2. Коткин, Г. Л. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием Matlab : учебное пособие для вузов / Г. Л. Коткин, Л. К. Попов, В. С. Черкасский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 202 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/541375> (дата обращения: 29.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-10512-4. - Текст : электронный. URL: [http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=147651&idb=0](http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=147651&idb=0)

3. Корт, Питер. Машинное зрение = Robotic vision : основы алгоритма с примерами на Matlab / Питер Корт ; [пер. с англ. В. С. Яценкова]. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 583 с. : ил. - Библиогр.: с. 564-578. - ISBN 978-3-030-79174-2. - ISBN 978-5-93700-222-8 : 3256 p. 84 к. - Текст : непосредственный. URL: [http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=276259&idb=0](http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=276259&idb=0)

4. Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2025. -

250 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/558664> (дата обращения: 16.04.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-20734-7. - Текст : электронный. URL: [http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=144873&idb=0](http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=144873&idb=0)

5. Далингер, В. А. Информатика и математика. Решение уравнений и оптимизация в Mathcad и Maple : учебник и практикум для вузов / В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 141 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/558579> (дата обращения: 27.06.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-11235-1. - Текст : электронный. URL: [http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=147086&idb=0](http://212.192.134.46/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=147086&idb=0)

6. Sun, X., Li, J., Kovalenko, A.V., Feng, W., Ou, Y. Integrating Reinforcement Learning and Learning From Demonstrations to Learn Nonprehensile Manipulation //IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2023, 20(3), 1735–1744, DOI: 10.1109/TASE.2022.3185071, Q1

7. Petukhova, A.V.; Kovalenko, A.V.; Ovsyannikova, A.V. Algorithm for Optimization of Inverse Problem Modeling in Fuzzy Cognitive Maps. Mathematics 2022, 10, 3452. DOI: 10.3390/math10193452, Q1

8. Kirillova, E.; Kovalenko, A.; Urtenov, M. Study of the Current–Voltage Characteristics of Membrane Systems Using Neural Networks. AppliedMath 2025, 5, 10. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5010010>

9. Kadurin, Artur, et al. "The cornucopia of meaningful leads: Applying deep adversarial autoencoders for new molecule development in oncology." Oncotarget 8.7 (2016): 10883.

10. Kadurin, Artur, et al. "druGAN: an advanced generative adversarial autoencoder model for de novo generation of new molecules with desired molecular properties in silico." Molecular pharmaceutics 14.9 (2017): 3098-3104.

11. Polykovskiy, Daniil, et al. "Molecular sets (MOSES): a benchmarking platform for molecular generation models." Frontiers in pharmacology 11 (2020): 565644.

12. Khrabrov, Kuzma, et al. " $\nabla^2$  DFT: A Universal Quantum Chemistry Dataset of Drug-Like Molecules and a Benchmark for Neural Network Potentials." Advances in Neural Information Processing Systems 37 (2024): 36869-36889.

13. Polykovskiy, Daniil, et al. "Entangled conditional adversarial autoencoder for de novo drug discovery." Molecular pharmaceutics 15.10 (2018): 4398-4405.

14. Николенко, Сергей, Кадури, Артур и Архангельская Екатерина. Глубокое обучение. Издательский дом " Питер", 2017..

## 5.2. Периодические издания и конференции (А\*):

1. IEEE Transactions on Big Data – научные статьи по обработке больших данных.

2. Journal of Big Data (SpringerOpen) – открытый журнал с исследованиями в области Big Data.

3. Big Data Research (Elsevier) – публикации по анализу, управлению и визуализации данных.

4. Data Science Journal (CODATA) – междисциплинарные исследования данных.

5. ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD) – методы извлечения знаний из больших данных.

6. <https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL>

7. <https://openreview.net/forum?id=ElUrNM9U8c#discussion>

8. <https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD>

9. <https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/>

10. <https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/>

11. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8\\_30](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30)

12. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10)

13. <https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/>

### 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

*Электронно-библиотечные системы (ЭБС):*

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

*Профессиональные базы данных*

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

*Информационные справочные системы*

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

*Ресурсы свободного доступа*

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;

12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

*Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ*

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

**6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. В ходе лекционных занятий разбираются элементы теории и практики дискретной математики, приводятся примеры решения задач, проводится анализ наиболее распространенных ошибок. После прослушивания лекции рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются методы решений задач по темам. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов дискретной математики. При решении новой задачи студент должен уметь выбрать метод решения и его обоснование.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки работы с дискретными объектами.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно- коммуникационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методическим обеспечением курсовой работы студентов являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы ВУЗа;
3. методические разработки для студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- оформление итогового отчета (пояснительной записки).
- анализ нормативно-методической базы организации;
- анализ научных публикации по заранее определённой теме;
- анализ и обработку информации;
- работу с научной, учебной и методической литературой,
- работа с конспектами лекций, ЭБС.

Для самостоятельной работы представляется аудитория с компьютером и доступом в Интернет, к электронной библиотеке вуза и к информационно-справочным системам.

Перечень учебно-методического обеспечения:

1. Основная образовательная программа высшего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.
2. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
3. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.
4. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.
5. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Подход, определяющий установление соответствия кейсов ИП и УГТ (5-7), позволяет четко соотносить этапы развития технологии с вовлеченностью партнера и снижать риски при переходе от лабораторных испытаний к промышленному внедрению.

Ключевые аспекты взаимодействия с индустриальными партнерами:

- Для УГТ 5 – ИП помогает определить реалистичные условия тестирования, но не рискует своей инфраструктурой.
- Для УГТ 6 – ИП предоставляет "песочницу" или изолированную среду, где можно выявить скрытые проблемы.
- Для УГТ 7 – ИП становится соразработчиком, так как технология адаптируется под его конкретные процессы.

Важнейшим компонентом курса является самостоятельная проектная работа, в ходе которой студент разрабатывает законченное решение для решения задач (кейсов) индустриальных партнеров. Допускается выполнение проектов в командах.

**А. Применение результатов дисциплины «Инструментальные средства моделирования в ИИ» в кейсах ПАО «Сбербанк»**

### **1. Генеративный ИИ для автоматического составления инвестиционных обзоров**

**Описание:**

Аналитики Сбера ежедневно составляют десятки аналитических и инвестиционных обзоров по рынкам, компаниям, макроэкономике. Задача — исследовать применение LLM для генерации кратких сводок и аналитических отчетов на основе входных данных: биржевые котировки, макроэкономические показатели, рыночные события.

**Цель:**

Разработать инструмент, способный по структурированным данным и краткому описанию формировать инвестиционный обзор в деловом стиле.

**Ожидаемый результат:**

Модель, генерирующая аналитические тексты длиной 500–1000 слов с разделами «обзор событий», «рекомендации», «прогнозы», оформленные в формате банка.

**2. НЛП-анализ жалоб клиентов в свободной форме****Описание:**

В рамках клиентского сервиса Сбербанк обрабатывает обращения из чатов, мобильного приложения и жалобной формы. Требуется построить модель семантического анализа, выделяющую суть обращения, определяющую тональность и потенциальную серьёзность инцидента.

**Цель:**

Автоматизировать классификацию обращений для ускорения маршрутизации и выявления повторяющихся болевых точек в продуктах и процессах.

**Ожидаемый результат:**

Прототип модели, автоматически выделяющей темы жалоб (например, «ошибка в приложении», «двойное списание»), их эмоциональную окраску и критичность.

**3. Генерация сценариев фишинговых писем для обучения сотрудников****Описание:**

Банк проводит киберучения, включая рассылку тестовых фишинговых писем сотрудникам для повышения их устойчивости к социальным атакам. Проект предполагает использование генеративной модели для создания реалистичных фишинговых писем различных типов (поддельные счета, HR-запросы, ИТ-поддержка).

**Цель:**

Создать генератор, способный на основе заданных параметров (тема, стиль, уровень угрозы) создавать тексты фишинга для тренировок.

**Ожидаемый результат:**

Набор разнообразных примеров фишинга и оценка их эффективности по реакции сотрудников, а также классификация моделей угроз.

**4. Мультимодальный ассистент для банковских отделений****Описание:**

Физические отделения Сбербанка внедряют интерактивных консультантов. Предполагается создание мультимодального ИИ-ассистента, который воспринимает речь

и визуально ориентируется в пространстве (распознаёт клиента, документы, банкоматы), а также отвечает голосом.

**Цель:**

Разработать базовый прототип, имитирующий функциональность помощника: ответы на типовые запросы, визуальные подсказки, навигация по отделению.

**Ожидаемый результат:**

Интерактивная модель, объединяющая голосовой ввод, зрительное восприятие (например, QR-код паспорта), текстовый вывод и жестовую реакцию.

## **5. Объяснимость и контроль генеративных моделей в банковском ИИ**

**Описание:**

Банк активно использует LLM и NLP-сервисы (в чат-ботах, генерации шаблонов ответов, автоответах на e-mail), однако встает вопрос: как объяснять и контролировать поведение таких моделей, особенно в юридически значимых коммуникациях?

**Цель:**

Исследовать подходы к трассировке решений LLM (например, через логирование reasoning chain, пост-фильтрацию ответов, встроенные правила).

**Ожидаемый результат:**

Концепция системы explainability + compliance-модуля, обеспечивающего соответствие генерации стандартам банка и регулятора.

## **6. Генерация пользовательских сценариев работы в мобильном приложении**

**Описание:**

Банк хочет использовать генеративный ИИ для быстрой симуляции пользовательских сценариев — например, как клиент оформляет вклад, переводит средства, получает уведомление о риске мошенничества.

**Цель:**

Разработать генератор пошаговых сценариев пользовательского поведения с вариативностью (молодой клиент, пенсионер, ИП).

**Ожидаемый результат:**

Набор автоматически сгенерированных UX-сценариев, оформленных в виде сценариев для QA или UX-исследований, с логикой действий и типичными ошибками пользователя.

## **7. Генерация synthetic data для банковских моделей**

**Описание:**

Модели в Сбере требуют большого объёма транзакционных и клиентских данных, которые нельзя использовать напрямую из-за требований ЦБ и ФЗ-152. Задача — разработать метод генерации синтетических банковских данных, максимально близких к реальным по распределениям и поведению.

**Цель:**

Создать безопасный pipeline генерации данных (например, транзакций, профилей клиентов, шаблонов расходов) для обучения моделей.

**Ожидаемый результат:**

Синтетический датасет и отчет о метриках приближенности к реальному (TSNE, K-L divergence и др.), с оценкой пригодности для обучения скоринговых или антифрод-моделей.

**8. Модель анализа инвестиционной привлекательности малого бизнеса****Описание:**

Банк активно развивает кредитование и инвестиционные инструменты для малого и среднего предпринимательства (МСП). Требуется создать модель, которая на основе открытых и банковских данных (выручка, расходы, тип деятельности, отзывы, онлайн-активность) оценивает инвестиционную привлекательность МСП.

**Цель:**

Разработать систему рейтинговой оценки компаний малого бизнеса с возможностью визуализации факторов и динамики показателей.

**Ожидаемый результат:**

Модель, присваивающая компании инвестиционный рейтинг (например, А–Е), объясняющая ключевые параметры и дающая рекомендации для инвестора.

**9. Индивидуальная оценка кредитоспособности клиента на основе поведенческих данных****Описание:**

Современный кредитный скоринг выходит за рамки финансовых данных. Необходимо исследовать, как поведенческие и цифровые следы (частота входа в мобильный банк, способы оплаты, география, время отклика) влияют на персональную оценку риска.

**Цель:**

Разработать ML-модель, оценивающую вероятность дефолта по нестандартным поведенческим признакам (возможно — с explainable AI).

**Ожидаемый результат:**

Прототип скоринговой модели, которая, помимо стандартных данных, учитывает цифровой профиль клиента и объясняет решения (SHAP, LIME и др.).

**10. Предиктивная аналитика возврата инвестиций по инфраструктурным проектам****Описание:**

В ряде случаев Сбербанк выступает участником/инвестором в региональных инфраструктурных проектах (жилые массивы, дороги, технопарки). Задача — оценить прогнозируемую эффективность вложений с учётом демографии, миграции, экономической активности.

**Цель:**

Разработать модель, прогнозирующую ROI на горизонте 3–5 лет, используя внешние источники данных: Росстат, ЕГРЮЛ, кадастр, соцмедиа.

### **Ожидаемый результат:**

Аналитическая модель с возможностью геовизуализации и сценарного анализа (рост/спад, госпрограммы, смена трафика и т.п.).

Дополнительно можно рассмотреть

### **Кейс 1. Оптимизация размещения банкоматов с помощью графовых алгоритмов**

**Описание:** Сбербанк хочет улучшить сеть банкоматов, минимизируя затраты и максимизируя покрытие. Необходимо смоделировать оптимальное расположение точек с учетом спроса, транспортной доступности и конкуренции.

**Цель:** Разработать инструмент на MATLAB/Python, который:

- Анализирует данные о текущих банкоматах и потоках клиентов.
- Строит графовую модель (метрики центральности, алгоритм кластеризации).
- Предлагает новые точки размещения.

**Технологии:**

- **Графовые алгоритмы:** Алгоритм Дейкстры, k-means (MATLAB Graph Toolbox, NetworkX в Python).

- **Символьные вычисления:** Maple для аналитического расчета плотности распределения.

- **Визуализация:** Геокарты (Leaflet, MATLAB Mapping Toolbox).

**Реализация:**

- а) Сбор данных: геолокация банкоматов, транзакции, транспортные узлы.
- б) Построение графа доступности (время до ближайшего банкомата).
- в) Кластеризация зон с высокой нагрузкой (k-means).
- г) Разработка интерфейса для отображения рекомендаций.

**Результат:**

- Снижение затрат на обслуживание на **15%**.
- Увеличение покрытия в "мертвых зонах" на **25%**.

### **Кейс 2. Обнаружение мошеннических операций с помощью байесовских сетей**

**Описание:** Необходимо выявлять подозрительные транзакции в реальном времени, используя исторические данные о фродах.

**Цель:** Создать вероятностную модель в MATLAB/Python, которая:

- Оценивает вероятность мошенничества на основе параметров (сумма, локация, время).
- Интегрируется с транзакционной системой.

**Технологии:**

- **Байесовские сети:** Реализация в MATLAB (Bayesian Network Toolbox) или PyMC3.

- **Символьные вычисления:** Анализ формул условных вероятностей в Maple.

- **Реальные данные:** Анонимизированные транзакции Сбера.

**Реализация:**

- а) Обучение модели на исторических данных (метки "фрод"/"легал").
- б) Настройка порога срабатывания (ROC-анализ).
- в) Разработка API для интеграции с банковской системой.

**Результат:**

- Точность обнаружения **92%**.
- Сокращение ложных срабатываний на **30%**.

### **Кейс 3. Прогнозирование оттока клиентов с помощью дифференциальных уравнений**

**Описание:** Сбербанк теряет клиентов из-за конкуренции. Нужна динамическая модель, предсказывающая отток на основе поведения.

**Цель:** Построить модель на основе диффузов (MATLAB/Maple), которая:

- Учитывает факторы: частота транзакций, жалобы, активность в приложении.
- Дает прогноз на 3–6 месяцев.

**Технологии:**

- **Дифференциальные уравнения:** Модель типа "хищник-жертва" для клиентов и конкурентов.

- **Численные методы:** Решение ОДУ в MATLAB (ode45).

- **Визуализация:** Графики динамики в Python (Plotly).

**Реализация:**

a) Анализ исторических данных об ушедших клиентах.

b) Подбор коэффициентов для уравнений (метод наименьших квадратов).

c) Создание дашборда для менеджеров.

**Результат:**

- Увеличение точности прогноза до **85%**.

- Снижение оттока на **10%** за счет превентивных мер.

**Кейс 4. Генетический алгоритм для управления инвестиционным портфелем**

**Описание:** Автоматизация подбора **оптимального портфеля** ценных бумаг с учетом риска и доходности.

**Цель:** Разработать **алгоритм на MATLAB**, который:

- Максимизирует доходность при заданном уровне риска (Sharpe ratio).

- Использует генетический алгоритм для поиска решений.

**Технологии**

- **Генетические алгоритмы:** Реализация в MATLAB (Global Optimization Toolbox).

- **Символьная оптимизация:** Maple для анализа уравнений доходности.

- **Данные:** Котировки акций (МосБиржа).

**Реализация:**

a) Определение целевой функции (доходность/риск).

b) Настройка параметров алгоритма (мутация, скрещивание).

c) Бэктестинг на исторических данных.

**Результат:**

- Портфель с **на 20% выше доходностью** при том же риске.

- Инструмент для аналитиков Сбера.

**Кейс 5. NLP-анализ отзывов клиентов в мобильном приложении**

**Описание:** Сбербанк получает тысячи отзывов в день. Нужна система **автоматической категоризации и анализа тональности**.

**Цель:** Построить **модель на Python/Maple**, которая:

- Классифицирует отзывы (техподдержка, UX, безопасность).

- Выявляет негативные тенденции.

**Технологии:**

- **NLP:** BERT, TF-IDF (Python, библиотеки Hugging Face).

- **Символьная логика:** Maple для анализа шаблонов жалоб.

- **Дашборд:** Streamlit или MATLAB App Designer.

**Реализация:**

a) Парсинг отзывов из App Store, Google Play.

b) Обучение модели на размеченных данных.

c) Разработка API для службы поддержки.

**Результат:**

- Автоматическая обработка **90% отзывов**.

- Сокращение времени реакции на жалобы **в 3 раза**.

**Итог:**

Каждый кейс сочетает:

**Математическую модель** (диффуры, графы, генетические алгоритмы).

**Инструментальную реализацию** (MATLAB, Maple, Python).  
**Прикладную пользу** для Сбера (экономия денег, снижение рисков).

## **Б. Кейсы для компании AVA Group по разработке инструментальных средств**

Кейс 1: Оптимизация логистических маршрутов для доставки строительных материалов

### **Описание**

Холдинг AVA Group сталкивается с высокими затратами на логистику при доставке стройматериалов с собственных производств на строительные объекты и в розничные точки. Необходимо учесть переменные факторы: пробки, стоимость ГСМ, платные дороги, грузоподъемность транспорта.

### **Цель**

Разработать в MATLAB/Python инструмент динамической маршрутизации, который минимизирует логистические издержки и время доставки, автоматически пересчитывая маршруты при изменении условий.

### **Технологии**

- **Графовые алгоритмы:** Алгоритм Дейкстры, поиск кратчайшего пути с ограничениями (MATLAB Graph Toolbox, NetworkX в Python).
- **Символьные вычисления:** Аналитический расчет целевой функции (затраты) и ограничений в Maple.
- **Численная оптимизация:** Реализация алгоритма в MATLAB (Optimization Toolbox) или Python (SciPy).

### **Реализация**

1. Сбор данных: геолокация складов и объектов, матрица расстояний и времени, стоимость ГСМ, тарифы платных дорог.
2. Построение графовой модели транспортной сети.
3. Формулировка и символьный анализ целевой функции (минимизация затрат) в Maple.
4. Реализация и запуск алгоритма оптимизации для расчета маршрутов.
5. Интеграция решения с системой диспетчеризации логистов.

### **Результат**

- Снижение логистических затрат на **15%**.
- Сокращение среднего времени доставки на **20%**.
- Динамическая адаптация к дорожной обстановке.

Кейс 2: Прогнозирование спроса на жилую недвижимость с использованием регрессионных моделей

### **Описание**

Девелоперскому подразделению AVA Group для эффективного планирования строительства требуется прогнозировать спрос на разные типы жилья (эконом, комфорт, бизнес-класс) в различных районах города.

### **Цель**

Построить в MATLAB регрессионную модель (линейная, полиномиальная), которая прогнозирует объем продаж на основе макроэкономических и социальных показателей.

### **Технологии**

- **Регрессионный анализ:** Метод наименьших квадратов (МНК), реализация в MATLAB (Curve Fitting Toolbox) / Python (Scikit-learn, Statsmodels).
- **Символьные вычисления:** Аналитический вывод уравнений регрессии и расчет доверительных интервалов в Maple.
- **Визуализация:** Построение графиков регрессии и остатков в MATLAB.

### **Реализация**

1. Сбор данных: исторические данные по продажам, ключевая ставка ЦБ, уровень доходов населения, демографические данные, ввод жилья в городе.
2. Символьное задание и упрощение уравнений регрессии в Maple.
3. Обучение и валидация модели в MATLAB.
4. Анализ остатков и интерпретация коэффициентов модели.
5. Разработка отчета для девелоперов с прогнозами на 1-2 года.

#### **Результат**

- Повышение точности планирования строительства на **25%**.
- Снижение рисков перепроизводства или недопроизводства определенного класса жилья.
- Модель с точностью  **$R^2 > 0.85$** .

Кейс 3: Моделирование энергопотребления жилого комплекса для управления эксплуатационными расходами

#### **Описание**

Управляющая компания холдинга AVA Group стремится оптимизировать затраты на электроэнергию в управляемых жилых комплексах. Необходимо смоделировать график нагрузки и предложить стратегию управления энергопотреблением.

#### **Цель**

Создать в MATLAB/Simulink модель энергопотребления жилого комплекса, позволяющую прогнозировать пиковые нагрузки и тестировать сценарии с использованием энергоэффективного оборудования.

#### **Технологии**

- **Дифференциальные уравнения:** Моделирование динамики теплопередачи и работы систем вентиляции (Simulink).
- **Символьные вычисления:** Аналитическое решение упрощенных уравнений теплопроводности для верификации модели в Maple.
- **Статистическое моделирование:** Генерация сценариев нагрузки на основе данных с датчиков.

#### **Реализация**

1. Сбор данных: почасовое энергопотребление за год, погодные условия, характеристики зданий.
2. Построение модели в Simulink, включающей потребители (отопление, лифты, освещение).
3. Аналитическая проверка ключевых компонентов модели в Maple.
4. Моделирование различных сценариев (установка датчиков движения, теплоизоляция).
5. Расчет экономического эффекта от предлагаемых мер.

#### **Результат**

- Снижение пиковых нагрузок на **10%**.
- Предложены меры, ведущие к экономии эксплуатационных расходов на **7%**.
- Инструмент для долгосрочного планирования модернизации объектов.

Кейс 4: Оптимизация ассортимента и ценообразования в розничных точках продаж стройматериалов

#### **Описание**

Для сети магазинов стройматериалов AVA Group необходимо определить оптимальный ассортимент и ценовую политику, максимизирующую прибыль с учетом сезонности, оборачиваемости товара и конкуренции.

#### **Цель**

Разработать в Python/MATLAB систему поддержки принятия решений на основе методов оптимизации, которая рекомендует цены и структуру ассортимента.

### **Технологии**

- **Методы оптимизации:** Линейное и нелинейное программирование (MATLAB Optimization Toolbox, Python PuLP, SciPy).
- **Символьные вычисления:** Аналитический анализ функции прибыли (доходы - затраты) и ее производных для поиска экстремумов в Maple.
- **Анализ данных:** Pandas (Python) для предобработки данных о продажах.

### **Реализация**

1. Сбор данных: история продаж по каждой товарной позиции, закупочные цены, данные о конкурентах.
2. Символьное задание целевой функции (прибыль) и ограничений (по складу, бюджету) в Maple.
3. Численная оптимизация с помощью подходящего алгоритма (например, симплекс-метод) в MATLAB/Python.
4. Валидация модели на исторических данных (бэктестинг).
5. Создание дашборда для менеджеров по закупкам и продажам.

### **Результат**

- Увеличение рентабельности розничных продаж на **8%**.
- Снижение уровня затоваренности склада на **18%**.
- Автоматизированная система для ежеквартального пересмотра ассортимента.

Кейс 5: Прогнозирование сроков и затрат на строительство объектов с помощью методов Монте-Карло

### **Описание**

Строительные проекты AVA Group часто сталкиваются с срывами сроков и превышением бюджета из-за множества рисков (погода, задержки поставок, человеческий фактор).

### **Цель**

Построить в MATLAB вероятностную модель строительного проекта, которая оценивает риски и прогнозирует распределение возможных сроков и итоговой стоимости.

### **Технологии**

- **Метод Монте-Карло:** Массовая симуляция сценариев выполнения проекта (реализация в MATLAB/Python).
- **Теория вероятностей:** Задание распределений вероятностей для длительностей задач (треугольное, нормальное) и анализ результатов в Maple.
- **Визуализация:** Построение гистограмм и графиков накопленной вероятности (CDF).

### **Реализация**

1. Декомпозиция проекта на задачи (диаграмма Ганта), оценка оптимистичного, пессимистичного и наиболее вероятного времени выполнения каждой.
2. Задание распределений длительностей задач и стоимостных рисков.
3. Проведение 10 000+ симуляций методом Монте-Карло в MATLAB.
4. Статистический анализ результатов: определение вероятности уложиться в срок/бюджет (анализ в Maple).
5. Подготовка отчета для проектных менеджеров с количественными оценками рисков.

### **Результат**

- Количественная оценка вероятности успеха проекта (например, P(уложиться в срок) = 85%).
- Выявление "критических" задач, наиболее сильно влияющих на общий срок.
- Снижение количества проектов с превышением бюджета более чем на 10%.

## 7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

1. Электронная почта mail.ru, yandex.ru
2. Yandex Browser
3. Система управления обучением Moodle – сдача работ

### 7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. OpenOffice
2. GIT
3. Yandex Browser
4. Mozilla Firefox
5. Google Chrome
6. Python + Jupyter + Google Colab
7. SymPy/SageMath
8. Octave (аналог MATLAB)

## 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

№	Продукт	Параметры продукта	Кол-во	Кол-во конфигураций	Ед. изм.
1	Виртуальная машина	Виртуальная машина 10% vCPU	1	60	Шт
		2 vCPU 4 RAM	1		
		ОС Ubuntu 22.04	1		
		Системный диск SSD	1		
		Аренда публичного IP	10		
2	Виртуальная машина с GPU	Виртуальная машина с GPU	1	1	Шт
		NVIDIA® Tesla® V100 2 GPU 8 vCPU 128 Гб RAM	1		
		ОС Ubuntu_24.04	1		
		Системный диск SSD	1		

			2000		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
3	K8S	Master node 8 vCPU 16 RAM	1	1	Шт
		Worker node 10% доля 4 vCPU 32 RAM	5		Шт
		Worker node SSD-NVME	64		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
4	ML Inference Instance Type GPU	Время работы в месяц	40	1	Ч
		Инстанс 8 x NVIDIA® H100 NVLink PCIe 160 vCPU 1520 GB RAM	1		Шт
		Количество запросов к ML-моделям	1		Млн. Шт
		Кэш ML-моделей	160		Гб
5	LLM	Токены GigaChat 2 Max	50		Млн. Шт
		Токены Embeddings	400		Млн. Шт

Дополнительные облачные ресурсы предоставляются технологическим партнером Yandex Cloud.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.