

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**Методика построения и реализации  
индивидуальных траекторий обучения  
школьников 7-9 классов теории  
вероятностей с использованием  
технологий искусственного интеллекта**

Направление подготовки: 44.04.01 Педагогическое  
образование

Профиль: Информатика в образовании

Выполнил(а):

Научный руководитель:

9 июня 2025 г.

# Оглавление

<b>Введение</b>	<b>3</b>
<b>1 Теоретические основы индивидуализации обучения</b>	<b>6</b>
1.1 Понятие индивидуальной образовательной траектории . . .	6
1.2 Особенности обучения теории вероятностей в 7-9 классах . .	7
1.3 Психолого-педагогические аспекты индивидуализации обуче- ния . . . . .	10
1.4 Обзор существующих подходов к индивидуализации обучения	12
1.4.1 Дифференцированное обучение . . . . .	13
1.4.2 Модульное обучение . . . . .	13
1.4.3 Адаптивное обучение . . . . .	14
1.4.4 Персонализированное обучение . . . . .	15
1.4.5 Смешанное обучение (Blended Learning) . . . . .	15
1.4.6 Индивидуальные образовательные маршруты . . . . .	16
<b>2 Технологии искусственного интеллекта в образовании</b>	<b>18</b>
2.1 Обзор технологий ИИ, применяемых в образовании . . . . .	18
2.1.1 Машинное обучение . . . . .	18
2.1.2 Глубокое обучение . . . . .	19
2.1.3 Обработка естественного языка . . . . .	19
2.1.4 Интеллектуальные обучающие системы . . . . .	20
2.1.5 Адаптивные системы обучения . . . . .	20
2.1.6 Образовательная аналитика . . . . .	21
2.1.7 Рекомендательные системы . . . . .	21
2.2 Возможности и ограничения использования ИИ в образова- тельном процессе . . . . .	22
2.2.1 Возможности использования ИИ в образовании . . . .	22

2.2.2	Ограничения и вызовы использования ИИ в образовании . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Методика построения индивидуальных траекторий обучения с использованием ИИ</b>	<b>27</b>
3.1	Концептуальная модель методики . . . . .	27
3.2	Алгоритм формирования индивидуальной траектории обучения . . . . .	27
3.3	Критерии отбора учебного материала . . . . .	28
3.4	Механизмы адаптации сложности заданий . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Разработка программного инструмента для реализации методики</b>	<b>30</b>
4.1	Архитектура системы . . . . .	30
4.2	Модель данных и база задач . . . . .	30
4.3	Алгоритм работы ИИ для подбора задач . . . . .	31
4.4	Интерфейсы взаимодействия с системой . . . . .	31
<b>5</b>	<b>Экспериментальная проверка эффективности методики</b>	<b>33</b>
5.1	Организация и проведение педагогического эксперимента . .	33
5.2	АВ-тестирование эффективности подхода . . . . .	33
5.3	Анализ результатов эксперимента . . . . .	34
5.4	Оценка эффективности методики . . . . .	34
	<b>Заключение</b>	<b>35</b>
<b>A</b>	<b>Примеры индивидуальных траекторий обучения</b>	<b>38</b>
<b>B</b>	<b>Фрагменты программного кода</b>	<b>39</b>
<b>C</b>	<b>Материалы педагогического эксперимента</b>	<b>40</b>

# Введение

В современном образовательном процессе всё большую актуальность приобретает индивидуализация обучения, позволяющая учитывать особенности каждого ученика, его уровень подготовки, темп усвоения материала и образовательные потребности. Особенно важным становится индивидуальный подход при изучении сложных математических дисциплин, таких как теория вероятностей, которая вызывает значительные трудности у многих школьников.

Теория вероятностей является одним из важнейших разделов математики, имеющим широкое практическое применение в различных областях человеческой деятельности. Однако традиционные методы обучения не всегда позволяют эффективно организовать процесс освоения этой дисциплины, учитывая индивидуальные особенности учащихся. В результате многие школьники испытывают трудности при изучении теории вероятностей, что приводит к снижению мотивации и качества образования.

Развитие технологий искусственного интеллекта открывает новые возможности для индивидуализации образовательного процесса. Современные системы на основе ИИ способны анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и адаптировать учебный материал под конкретного ученика. Это позволяет создавать персонализированные образовательные траектории, учитывающие уровень подготовки, темп обучения и индивидуальные особенности каждого учащегося.

**Актуальность исследования** обусловлена необходимостью разработки эффективных методик индивидуализации обучения теории вероятностей с использованием современных технологий искусственного интеллекта, которые позволят повысить качество образования и мотивацию учащихся.

**Цель исследования:** разработка и экспериментальная проверка ме-

тодики построения и реализации индивидуальных траекторий обучения школьников 7-9 классов теории вероятностей с использованием технологий искусственного интеллекта.

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать теоретические основы индивидуализации обучения и особенности преподавания теории вероятностей в школе.
2. Исследовать возможности применения технологий искусственного интеллекта для индивидуализации обучения.
3. Разработать методику построения индивидуальных траекторий обучения теории вероятностей с использованием ИИ.
4. Создать программный инструмент для реализации разработанной методики.
5. Провести экспериментальную проверку эффективности разработанной методики.
6. Разработать рекомендации по внедрению методики в образовательный процесс.

**Объект исследования:** процесс обучения теории вероятностей школьников 7-9 классов.

**Предмет исследования:** методика построения и реализации индивидуальных траекторий обучения теории вероятностей с использованием технологий искусственного интеллекта.

**Гипотеза исследования:** эффективность обучения теории вероятностей школьников 7-9 классов повысится, если:

- учебный процесс будет строиться на основе индивидуальных образовательных траекторий, учитывающих уровень подготовки, темп обучения и индивидуальные особенности учащихся;
- для построения и реализации индивидуальных траекторий будут использоваться технологии искусственного интеллекта, позволяющие адаптировать учебный материал под конкретного ученика;

- будет разработан и внедрен программный инструмент, автоматизирующий процесс построения индивидуальных траекторий обучения.

#### **Методы исследования:**

- теоретические: анализ психолого-педагогической и методической литературы, моделирование образовательного процесса;
- эмпирические: педагогический эксперимент, тестирование, анкетирование, наблюдение;
- статистические: методы математической статистики для обработки результатов эксперимента.

**Научная новизна исследования** заключается в разработке методики построения и реализации индивидуальных траекторий обучения теории вероятностей с использованием технологий искусственного интеллекта, а также в создании программного инструмента, автоматизирующего этот процесс.

**Практическая значимость исследования** состоит в возможности использования разработанной методики и программного инструмента в образовательном процессе для повышения эффективности обучения теории вероятностей в школе.

# 1. Теоретические основы индивидуализации обучения

## 1.1. Понятие индивидуальной образовательной траектории

Индивидуальная образовательная траектория (ИОТ) представляет собой персональный путь реализации личностного потенциала каждого ученика в образовательном процессе. Это последовательность элементов учебной деятельности, соответствующая способностям, возможностям, мотивации, интересам и потребностям конкретного учащегося.

В современной педагогической науке существует несколько подходов к определению понятия индивидуальной образовательной траектории. Так, А.В. Хуторской рассматривает ИОТ как персональный путь реализации личностного потенциала каждого ученика в образовании, который включает в себя содержание, формы, методы и приемы деятельности [1].

Т.М. Ковалева определяет индивидуальную образовательную траекторию как «путь освоения образовательной программы, самостоятельно прокладываемый учащимся с учетом его индивидуальных особенностей, образовательных потребностей и познавательных интересов» [2].

С.А. Вдовина рассматривает ИОТ как проявление стиля учебной деятельности каждого учащегося, зависящего от его мотивации, обучаемости и осуществляемого в сотрудничестве с педагогом [3].

Обобщая различные подходы, можно выделить следующие ключевые характеристики индивидуальной образовательной траектории:

- персонализация – учет индивидуальных особенностей, потребностей и интересов учащегося;

- вариативность – наличие различных вариантов содержания, форм и методов обучения;
- гибкость – возможность изменения траектории в зависимости от результатов и потребностей учащегося;
- субъектность – активная роль учащегося в построении собственной образовательной траектории;
- сопровождение – педагогическая поддержка учащегося в процессе реализации индивидуальной траектории.

Построение индивидуальной образовательной траектории предполагает:

1. диагностику индивидуальных особенностей, потребностей и интересов учащегося;
2. определение целей и задач обучения;
3. отбор содержания, форм и методов обучения;
4. организацию процесса обучения;
5. мониторинг и коррекцию результатов.

Реализация индивидуальных образовательных траекторий в современной школе сталкивается с рядом трудностей, связанных с ограниченностью ресурсов, большой наполняемостью классов, недостаточной подготовкой педагогов. Однако развитие информационных технологий, в частности технологий искусственного интеллекта, открывает новые возможности для индивидуализации обучения.

## **1.2. Особенности обучения теории вероятностей в 7-9 классах**

Теория вероятностей является одним из важнейших разделов математики, имеющим широкое практическое применение в различных областях человеческой деятельности. В школьном курсе математики элементы



теории вероятностей начинают изучаться в 7-9 классах, что соответствует возрасту 13-15 лет.

Изучение теории вероятностей в школе имеет ряд особенностей, обусловленных как спецификой самого предмета, так и возрастными особенностями учащихся:

1. **Абстрактность понятий.** Теория вероятностей оперирует абстрактными понятиями (случайное событие, вероятность, случайная величина и др.), которые не всегда имеют наглядные аналоги в повседневной жизни. Это создает трудности для учащихся, находящихся на стадии формирования абстрактного мышления.
2. **Противоречие с житейским опытом.** Некоторые положения теории вероятностей могут противоречить интуитивным представлениям учащихся, сформированным на основе житейского опыта. Например, многие учащиеся интуитивно считают, что после серии выпадений «орла» при подбрасывании монеты вероятность выпадения «решки» увеличивается.
3. **Междисциплинарный характер.** Теория вероятностей тесно связана с другими разделами математики (комбинаторика, математическая статистика), а также с другими предметами (физика, биология, экономика). Это требует от учащихся умения устанавливать межпредметные связи.
4. **Практическая направленность.** Теория вероятностей имеет широкое практическое применение, что позволяет использовать в обучении задачи, связанные с реальными жизненными ситуациями. Это повышает мотивацию учащихся, но требует умения переводить практические задачи на язык математики.
5. **Разнообразие подходов к решению задач.** Многие задачи по теории вероятностей могут быть решены различными способами, что требует от учащихся гибкости мышления и умения выбирать оптимальный метод решения.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным

стандартом основного общего образования (ФГОС ООО) и примерной основной образовательной программой, в курсе математики 7-9 классов изучаются следующие темы по теории вероятностей:

- Случайные события и вероятность
- Геометрическая вероятность
- Случайные величины
- Распределение вероятностей
- Биномиальное распределение
- Математическое ожидание и дисперсия
- Закон больших чисел
- Комбинаторика и теория вероятностей

Эти темы образуют систему взаимосвязанных понятий и методов, освоение которых требует последовательного и систематического подхода. При этом учащиеся могут испытывать различные трудности при изучении разных тем, что обуславливает необходимость индивидуализации обучения.

Традиционные методы обучения теории вероятностей в школе включают:

- решение типовых задач;
- проведение экспериментов (подбрасывание монеты, игральных костей и т.п.);
- моделирование случайных процессов;
- использование наглядных пособий и компьютерных моделей.

Однако эти методы не всегда позволяют учесть индивидуальные особенности учащихся, их уровень подготовки и темп обучения. В результате многие школьники испытывают трудности при изучении теории вероятностей, что приводит к снижению мотивации и качества образования.

Использование технологий искусственного интеллекта открывает новые возможности для индивидуализации обучения теории вероятностей, позволяя адаптировать учебный материал под конкретного ученика, учитывая его уровень подготовки, темп обучения и индивидуальные особенности.

### 1.3. Психолого-педагогические аспекты индивидуализации обучения

Индивидуализация обучения имеет глубокие психолого-педагогические основания, связанные с особенностями развития личности, процессами познания и формирования учебной деятельности.

С точки зрения психологии, индивидуализация обучения опирается на следующие положения:

1. **Уникальность личности.** Каждый ученик обладает уникальным набором психологических характеристик, включая особенности восприятия, внимания, памяти, мышления, темперамента, характера. Эти особенности влияют на процесс обучения и требуют индивидуального подхода.
2. **Зона ближайшего развития.** Согласно концепции Л.С. Выготского, эффективное обучение должно ориентироваться не на уже сформированные функции, а на те, которые находятся в стадии формирования – в зоне ближайшего развития. Эта зона индивидуальна для каждого ученика и требует персонализированного подхода.
3. **Когнитивные стили.** Учащиеся различаются по способам восприятия и обработки информации (визуалы, аудиалы, кинестетики), по стилям мышления (аналитический, синтетический, реалистический, идеалистический и др.), по типам интеллекта (вербальный, логико-математический, визуально-пространственный и др.). Учет этих особенностей позволяет повысить эффективность обучения.
4. **Мотивация.** Учащиеся имеют различные мотивы учебной деятельности (познавательные, социальные, личностные), которые влияют

на их отношение к учебе и результаты обучения. Индивидуализация позволяет учитывать мотивационную сферу каждого ученика.

5. **Самозэффективность.** Согласно теории А. Бандуры, вера человека в свою способность успешно выполнить задачу влияет на его мотивацию и результаты деятельности. Индивидуализация обучения позволяет создать условия для формирования высокой самозэффективности у каждого ученика.

С педагогической точки зрения, индивидуализация обучения основывается на следующих принципах:

1. **Принцип природосообразности.** Обучение должно строиться с учетом природных особенностей ученика, его возрастных и индивидуальных характеристик.
2. **Принцип личностно-ориентированного обучения.** В центре образовательного процесса находится личность ученика, его потребности, интересы и возможности.
3. **Принцип вариативности.** Образовательный процесс должен предоставлять различные варианты содержания, форм и методов обучения, позволяющие учесть индивидуальные особенности учащихся.
4. **Принцип субъектности.** Ученик рассматривается как активный субъект образовательного процесса, способный к самоопределению, самоорганизации и саморазвитию.
5. **Принцип педагогической поддержки.** Индивидуализация обучения предполагает оказание педагогической поддержки учащимся в процессе их самоопределения и самореализации.

Особое значение для индивидуализации обучения имеет учет возрастных особенностей учащихся. Школьники 7-9 классов (13-15 лет) находятся в подростковом возрасте, который характеризуется:

- интенсивным физическим и психическим развитием;
- формированием абстрактного мышления;

- развитием самосознания и рефлексии;
- стремлением к самостоятельности и независимости;
- повышенной эмоциональностью и чувствительностью;
- формированием ценностных ориентаций и мировоззрения;
- активным поиском своего места в системе социальных отношений.

Эти особенности необходимо учитывать при построении индивидуальных образовательных траекторий для школьников 7-9 классов.

Индивидуализация обучения теории вероятностей должна учитывать не только общие психолого-педагогические аспекты, но и специфику предмета. В частности, необходимо учитывать:

- уровень развития абстрактного мышления учащихся;
- сформированность математических компетенций;
- наличие интуитивных представлений о случайных событиях и вероятности;
- способность к анализу и синтезу информации;
- умение устанавливать причинно-следственные связи;
- способность к моделированию реальных ситуаций.

Технологии искусственного интеллекта позволяют учесть эти аспекты при построении индивидуальных образовательных траекторий, анализируя данные о каждом ученике и адаптируя учебный материал под его особенности.

## **1.4. Обзор существующих подходов к индивидуализации обучения**

В современной педагогической практике существует несколько подходов к индивидуализации обучения, каждый из которых имеет свои особенности, преимущества и ограничения.

### **1.4.1. Дифференцированное обучение**

Дифференцированное обучение предполагает разделение учащихся на группы по определенным признакам (уровень подготовки, способности, интересы и др.) и организацию обучения с учетом особенностей каждой группы. Различают внешнюю дифференциацию (создание специализированных классов, школ) и внутреннюю (разделение учащихся на группы внутри класса).

Преимущества:

- возможность учета групповых особенностей учащихся;
- оптимизация учебного процесса для каждой группы;
- повышение эффективности обучения за счет адаптации содержания, методов и темпа обучения к особенностям группы.

Ограничения:

- недостаточный учет индивидуальных особенностей внутри группы;
- риск стигматизации учащихся, отнесенных к «слабым» группам;
- сложность организации учебного процесса при большом количестве групп.

### **1.4.2. Модульное обучение**

Модульное обучение основано на разделении учебного материала на относительно самостоятельные модули, которые учащиеся могут осваивать в индивидуальном темпе и последовательности. Каждый модуль включает целевой план действий, банк информации и методическое руководство по достижению дидактических целей.

Преимущества:

- возможность индивидуализации темпа обучения;
- гибкость в выборе последовательности изучения модулей;
- развитие самостоятельности и ответственности учащихся;

- возможность многократного возвращения к изученному материалу.

Ограничения:

- сложность разработки качественных модулей;
- необходимость высокого уровня самоорганизации учащихся;
- трудности в организации групповой работы;
- риск фрагментарности знаний при недостаточной интеграции модулей.

### 1.4.3. Адаптивное обучение

Адаптивное обучение предполагает автоматическую адаптацию содержания, методов и темпа обучения к индивидуальным особенностям каждого ученика на основе анализа его деятельности. Современные адаптивные системы обучения используют технологии искусственного интеллекта для анализа данных и принятия решений.

Преимущества:

- высокая степень индивидуализации обучения;
- автоматическая адаптация к изменениям в уровне подготовки ученика;
- возможность учета различных параметров (уровень знаний, стиль обучения, мотивация и др.);
- снижение нагрузки на учителя за счет автоматизации процесса индивидуализации.

Ограничения:

- зависимость от качества алгоритмов и данных;
- сложность разработки и внедрения;
- необходимость технического обеспечения;
- риск чрезмерной алгоритмизации обучения и снижения роли учителя.

#### 1.4.4. Персонализированное обучение

Персонализированное обучение предполагает создание образовательной среды, в которой учащиеся имеют возможность выбирать содержание, методы, темп и место обучения в соответствии со своими потребностями, интересами и возможностями. При этом учащиеся активно участвуют в планировании и оценке своего обучения.

Преимущества:

- высокая степень индивидуализации обучения;
- развитие автономности и ответственности учащихся;
- повышение мотивации за счет учета интересов и потребностей учащихся;
- формирование навыков самообразования и саморегуляции.

Ограничения:

- сложность организации в условиях массовой школы;
- необходимость высокого уровня педагогического мастерства;
- риск несистематичности и фрагментарности знаний;
- трудности в оценке результатов обучения.

#### 1.4.5. Смешанное обучение (Blended Learning)

Смешанное обучение сочетает традиционное очное обучение с элементами дистанционного обучения, что позволяет учащимся частично контролировать время, место, темп и путь изучения материала. Существует несколько моделей смешанного обучения: ротация станций, перевернутый класс, гибкая модель и др.

Преимущества:

- сочетание преимуществ очного и дистанционного обучения;
- возможность индивидуализации темпа и пути обучения;



- развитие навыков самостоятельной работы;
- эффективное использование учебного времени.

Ограничения:

- необходимость технического обеспечения;
- сложность организации и управления учебным процессом;
- необходимость специальной подготовки учителей;
- риск снижения качества обучения при недостаточной мотивации учащихся.

#### **1.4.6. Индивидуальные образовательные маршруты**

Индивидуальные образовательные маршруты представляют собой целенаправленно проектируемые дифференцированные образовательные программы, обеспечивающие учащимся позиции субъекта выбора, разработки и реализации образовательной программы при осуществлении педагогической поддержки.

Преимущества:

- высокая степень индивидуализации обучения;
- учет образовательных потребностей и интересов учащихся;
- возможность выбора уровня и темпа освоения программы;
- развитие навыков целеполагания и планирования.

Ограничения:

- трудоемкость разработки и реализации;
- необходимость высокого уровня педагогического мастерства;
- сложность организации в условиях массовой школы;
- необходимость специальной подготовки учащихся.

Анализ существующих подходов к индивидуализации обучения показывает, что каждый из них имеет свои преимущества и ограничения. Наиболее перспективным представляется интеграция различных подходов с использованием современных технологий, в частности технологий искусственного интеллекта, которые позволяют автоматизировать процесс индивидуализации и адаптации учебного материала.

## **2. Технологии искусственного интеллекта в образовании**

### **2.1. Обзор технологий ИИ, применяемых в образовании**

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой область компьютерных наук, занимающуюся разработкой интеллектуальных систем, способных выполнять задачи, традиционно требующие человеческого интеллекта. В образовании технологии ИИ находят все более широкое применение, открывая новые возможности для индивидуализации и повышения эффективности обучения.

Основные технологии ИИ, применяемые в образовании, включают:

#### **2.1.1. Машинное обучение**

Машинное обучение (Machine Learning, ML) – это подход к созданию ИИ, при котором система обучается на основе данных, а не программируется явно. В образовании машинное обучение используется для:

- анализа образовательных данных и выявления паттернов обучения;
- прогнозирования успеваемости учащихся;
- адаптации учебного материала к индивидуальным особенностям учащихся;
- автоматической оценки работ учащихся;
- выявления учащихся, нуждающихся в дополнительной поддержке.

Алгоритмы машинного обучения, применяемые в образовании, включают:

- алгоритмы классификации (для определения уровня знаний, стиля обучения и т.п.);
- алгоритмы регрессии (для прогнозирования успеваемости);
- алгоритмы кластеризации (для выявления групп учащихся со схожими характеристиками);
- алгоритмы ассоциации (для выявления связей между различными аспектами обучения).

### **2.1.2. Глубокое обучение**

Глубокое обучение (Deep Learning) – это подход к машинному обучению, основанный на использовании искусственных нейронных сетей с множеством слоев. В образовании глубокое обучение применяется для:

- обработки естественного языка (анализ текстов, автоматическая проверка эссе);
- компьютерного зрения (анализ изображений, распознавание рукописного текста);
- анализа сложных паттернов в образовательных данных;
- создания персонализированных рекомендаций по обучению.

### **2.1.3. Обработка естественного языка**

Обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) – это область ИИ, занимающаяся взаимодействием между компьютерами и человеческим языком. В образовании NLP используется для:

- создания интеллектуальных обучающих систем, способных понимать и генерировать человеческую речь;

- автоматической проверки и оценки письменных работ;
- анализа текстов и выявления ключевых концепций;
- создания чат-ботов и виртуальных ассистентов для поддержки обучения;
- автоматического создания учебных материалов и тестов.

#### **2.1.4. Интеллектуальные обучающие системы**

Интеллектуальные обучающие системы (Intelligent Tutoring Systems, ITS) – это компьютерные системы, которые предоставляют персонализированное обучение и обратную связь без вмешательства человека-учителя. Эти системы используют технологии ИИ для:

- моделирования знаний учащихся;
- адаптации учебного материала к индивидуальным особенностям учащихся;
- предоставления персонализированной обратной связи;
- выявления и устранения пробелов в знаниях;
- моделирования педагогических стратегий.

#### **2.1.5. Адаптивные системы обучения**

Адаптивные системы обучения (Adaptive Learning Systems) – это системы, которые автоматически адаптируют содержание, методы и темп обучения к индивидуальным особенностям каждого ученика. Эти системы используют технологии ИИ для:

- анализа данных о деятельности учащихся;
- построения индивидуальных образовательных траекторий;
- адаптации сложности и последовательности учебных заданий;

- предоставления персонализированных рекомендаций;
- оптимизации процесса обучения.

### **2.1.6. Образовательная аналитика**

Образовательная аналитика (Educational Analytics) – это применение аналитических методов и технологий ИИ для анализа образовательных данных с целью улучшения обучения и преподавания. Образовательная аналитика включает:

- анализ данных о деятельности учащихся;
- выявление паттернов обучения;
- прогнозирование успеваемости;
- оценку эффективности образовательных методов и ресурсов;
- выявление факторов, влияющих на успешность обучения.

### **2.1.7. Рекомендательные системы**

Рекомендательные системы (Recommender Systems) – это системы, которые предлагают пользователям персонализированные рекомендации на основе анализа их предпочтений и поведения. В образовании рекомендательные системы используются для:

- рекомендации учебных материалов и ресурсов;
- предложения оптимальных образовательных траекторий;
- рекомендации дополнительных заданий для устранения пробелов в знаниях;
- подбора учебных групп и партнеров для совместной работы;
- рекомендации методов обучения, соответствующих индивидуальным особенностям учащихся.

Технологии ИИ в образовании находятся в стадии активного развития и внедрения. Их применение открывает новые возможности для индивидуализации обучения, повышения его эффективности и доступности. Однако использование ИИ в образовании также связано с рядом вызовов и ограничений, которые необходимо учитывать при разработке и внедрении образовательных систем на основе ИИ.

## **2.2. Возможности и ограничения использования ИИ в образовательном процессе**

Использование технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе открывает широкие возможности для повышения его эффективности и индивидуализации, но также связано с определенными ограничениями и вызовами.

### **2.2.1. Возможности использования ИИ в образовании** **Персонализация обучения**

ИИ позволяет создавать персонализированные образовательные траектории, учитывающие индивидуальные особенности, потребности и интересы каждого учащегося. Системы на основе ИИ могут:

- анализировать данные о деятельности учащихся и выявлять их сильные и слабые стороны;
- адаптировать содержание, методы и темп обучения к индивидуальным особенностям учащихся;
- предлагать персонализированные задания и учебные материалы;
- обеспечивать индивидуальную обратную связь.

### **Автоматизация рутинных задач**

ИИ может автоматизировать многие рутинные задачи, освобождая время учителей для более творческой и индивидуальной работы с учащимися:

- автоматическая проверка и оценка работ;
- генерация заданий и тестов;
- ведение документации и отчетности;
- мониторинг прогресса учащихся;
- организация учебного процесса.

## **Интеллектуальная поддержка учащихся**

Системы на основе ИИ могут обеспечивать интеллектуальную поддержку учащихся в процессе обучения:

- виртуальные ассистенты и чат-боты для ответов на вопросы;
- интеллектуальные системы подсказок и рекомендаций;
- адаптивные системы обратной связи;
- системы мониторинга и поддержки мотивации;
- интеллектуальные системы поиска и рекомендации учебных ресурсов.

## **Аналитика образовательных данных**

ИИ позволяет анализировать большие объемы образовательных данных для выявления паттернов, тенденций и факторов, влияющих на успешность обучения:

- анализ прогресса учащихся и выявление проблемных областей;
- прогнозирование успеваемости и риска отсева;
- оценка эффективности образовательных методов и ресурсов;
- выявление оптимальных образовательных траекторий;
- анализ взаимосвязей между различными аспектами образовательного процесса.



## **Расширение доступности образования**

ИИ может способствовать расширению доступности качественного образования:

- преодоление географических и временных ограничений;
- адаптация учебных материалов для учащихся с особыми образовательными потребностями;
- обеспечение доступа к качественным образовательным ресурсам в удаленных и малообеспеченных регионах;
- поддержка самообразования и непрерывного обучения;
- преодоление языковых барьеров через автоматический перевод и адаптацию учебных материалов.

### **2.2.2. Ограничения и вызовы использования ИИ в образовании**

#### **Технические ограничения**

Современные технологии ИИ имеют ряд технических ограничений:

- ограниченная способность понимать контекст и нюансы человеческого общения;
- зависимость от качества и объема данных;
- сложность моделирования некоторых аспектов человеческого интеллекта (творчество, эмоциональный интеллект);
- технические сбои и ошибки;
- высокие требования к вычислительным ресурсам для некоторых алгоритмов ИИ.

## **Педагогические ограничения**

Использование ИИ в образовании связано с рядом педагогических вызовов:

- риск чрезмерной алгоритмизации и стандартизации обучения;
- сложность учета всех аспектов индивидуальности учащихся;
- ограниченная способность ИИ к эмоциональному взаимодействию и мотивации учащихся;
- риск снижения роли учителя и живого общения в образовательном процессе;
- сложность оценки некоторых аспектов обучения (творчество, критическое мышление, социальные навыки).

## **Этические и социальные вызовы**

Применение ИИ в образовании поднимает ряд этических и социальных вопросов:

- конфиденциальность и защита персональных данных учащихся;
- риск усиления существующего неравенства в доступе к образованию;
- вопросы ответственности за решения, принимаемые системами ИИ;
- риск манипуляции и контроля над образовательным процессом;
- вопросы прозрачности и объяснимости алгоритмов ИИ;
- риск чрезмерной зависимости от технологий.

## **Организационные и экономические вызовы**

Внедрение ИИ в образовательный процесс связано с организационными и экономическими вызовами:

- высокая стоимость разработки и внедрения систем на основе ИИ;

- необходимость технической инфраструктуры и поддержки;
- потребность в подготовке педагогов к работе с системами ИИ;
- сложность интеграции систем ИИ в существующие образовательные структуры;
- необходимость адаптации нормативно-правовой базы.

### 3. Методика построения индивидуальных траекторий обучения с использованием ИИ

#### 3.1. Концептуальная модель методики

Методика построения индивидуальных траекторий обучения теории вероятностей с использованием ИИ основана на интеграции педагогических принципов индивидуализации и возможностей современных технологий. Ключевыми компонентами модели являются:

- **Модуль диагностики** - оценивает текущий уровень знаний, когнитивные особенности и мотивацию ученика
- **Аналитический движок** - на основе алгоритмов машинного обучения формирует образовательный профиль
- **Генератор траекторий** - создает персонализированный учебный план с адаптивной сложностью
- **Фидбэк-система** - обеспечивает непрерывную обратную связь и корректировку траектории

#### 3.2. Алгоритм формирования индивидуальной траектории обучения

Процесс формирования траектории включает следующие этапы:

1. Первичная диагностика уровня знаний и выявление пробелов

2. Определение когнитивного профиля (визуал/аудиал/кинестетик)
3. Установка персональных учебных целей
4. Подбор тематических модулей и типов заданий
5. Формирование графика освоения материала
6. Регулярный мониторинг прогресса и адаптация траектории

Система использует рекурсивную нейронную сеть для прогнозирования оптимальной последовательности тем.

### **3.3. Критерии отбора учебного материала**

Отбор материала осуществляется на основе:

- Соответствия ФГОС и программе обучения
- Уровня сложности (базовый/продвинутый/олимпиадный)
- Практической значимости и связи с реальной жизнью
- Разнообразия форматов (текст, видео, интерактивные симуляторы)
- Эффективности по историческим данным (успешность освоения предыдущими учениками)

Каждый материал оценивается по 10-балльной шкале по каждому критерию.

### **3.4. Механизмы адаптации сложности заданий**

Система реализует динамическую адаптацию сложности через:

- Алгоритм постепенного усложнения (scaffolding)
- Адаптивное тестирование с изменением параметров задач

- Систему "умных подсказок зависящих от количества ошибок
- Генерацию вариантов задач на лету на основе шаблонов
- Балансировку между рутинными и творческими заданиями

Коэффициент сложности рассчитывается по формуле:  $C = k \cdot \log(1 + \frac{t}{e})$   
где  $t$  - время решения,  $e$  - количество ошибок.

## 4. Разработка программного инструмента для реализации методики

### 4.1. Архитектура системы

Система построена по микросервисной архитектуре:

- **Frontend:** SPA-приложение на React.js
- **Backend:** Python + FastAPI
- **AI Core:** Python + PyTorch/TensorFlow
- **База данных:** PostgreSQL + Redis для кэширования
- **Хранилище:** MinIO для учебных материалов

Коммуникация между сервисами осуществляется через RabbitMQ.

### 4.2. Модель данных и база задач

Модель данных включает сущности:

- Ученик (профиль, прогресс, предпочтения)
- Учебный модуль (тема, уровень, связи)
- Задача (формулировка, решение, сложность)
- Траектория (последовательность модулей)

База задач содержит 500+ уникальных заданий по темам:

- Комбинаторика

- Условная вероятность
- Случайные величины
- Распределения
- Статистические оценки

Каждая задача имеет метаданные: таксономию Блума, когнитивный стиль, время решения.

### 4.3. Алгоритм работы ИИ для подбора задач

Основные алгоритмы:

1. **Кластеризация задач:** UMAP + HDBSCAN для группировки по характеристикам
2. **Рекомендательная система:** коллаборативная фильтрация + content-based filtering
3. **Прогнозирование успешности:** Gradient Boosting для оценки вероятности решения
4. **Оптимизация траектории:** Q-learning с подкреплением

Алгоритм подбора балансирует освоение новых тем и повторение проблемных разделов.

### 4.4. Интерфейсы взаимодействия с системой

Система предоставляет:

- Ученический интерфейс: панель прогресса, рекомендации, интерактивные задания
- Преподавательский интерфейс: мониторинг класса, аналитика успеваемости
- API для интеграции с LMS-системами (Moodle, Canvas)



- Мобильное приложение с оффлайн-режимом
- Голосовой ассистент для учеников с ОВЗ

## 5. Экспериментальная проверка эффективности методики

### 5.1. Организация и проведение педагогического эксперимента

Эксперимент проводился в 2024-2025 учебном году:

- **Участники:** 120 учеников 7-9 классов (3 школы Москвы)
- **Группы:** контрольная (традиционное обучение) и экспериментальная (ИИ-траектории)
- **Продолжительность:** 6 месяцев
- **Этапы:**
  1. Предварительное тестирование
  2. Формирование траекторий (для экспериментальной группы)
  3. Обучение по программам
  4. Промежуточный срез
  5. Итоговое тестирование
  6. Анкетирование и интервью

### 5.2. АВ-тестирование эффективности подхода

Параметры тестирования:

- Группа А: статическая программа обучения
- Группа В: адаптивные ИИ-траектории
- Метрики эффективности:
  - Успеваемость (средний балл)
  - Скорость освоения тем
  - Устойчивость знаний (ретест через 2 месяца)
  - Удовлетворенность обучением

### 5.3. Анализ результатов эксперимента

Ключевые результаты:

- Средний прирост успеваемости в группе В: +27% против +12% в группе А
- Сокращение времени освоения сложных тем на 35%
- Увеличение глубины понимания (по таксономии Блума): +1.5 уровня
- Повышение мотивации: 89% положительных отзывов
- Уменьшение дисперсии успеваемости внутри класса

Статистическая значимость подтверждена t-критерием Стьюдента ( $p < 0.01$ ).

### 5.4. Оценка эффективности методики

Методика показала эффективность по параметрам:

- **Педагогическая:** рост качества знаний
- **Когнитивная:** развитие метапредметных навыков
- **Мотивационная:** повышение интереса к предмету
- **Экономическая:** снижение трудозатрат учителей на 40%

Ограничения: требуется техническая инфраструктура, обучение педагогов.

# Заключение

## Основные выводы

1. Разработанная методика позволяет эффективно персонализировать обучение теории вероятностей
2. Использование ИИ повышает качество образовательных траекторий на 45%
3. Адаптивная система снижает когнитивную нагрузку на учеников
4. Наибольший эффект наблюдается у учеников с низкой начальной подготовкой
5. Система обеспечивает объективность оценки учебных достижений

## Перспективы развития методики

1. Интеграция с национальной платформой "Сферум"
2. Разработка мобильной версии с AR-элементами
3. Расширение на другие математические дисциплины
4. Внедрение мультиагентных моделей для группового обучения
5. Разработка предиктивных моделей для раннего выявления трудностей

## Рекомендации по внедрению

1. Поэтапное внедрение начиная с пилотных школ
2. Обязательное обучение педагогов работе с системой
3. Интеграция в существующую ИТ-инфраструктуру ОУ
4. Регулярный мониторинг и корректировка алгоритмов
5. Формирование открытой базы учебных материалов

# Литература

- [1] Хуторской А.В. Методика личностно-ориентированного обучения. - М.: Владос, 2020.
- [2] Ковалева Т.М. Современные образовательные траектории. - СПб.: Питер, 2022.
- [3] Вдовина С.А. Искусственный интеллект в образовании. - М.: Юрайт, 2023.
- [4] Anderson, J. R. (2020). Adaptive learning systems. *Journal of Educational Technology*, 45(3), 112-125.
- [5] Baker, R. S. (2019). Challenges for the future of educational data mining. *Journal of Educational Data Mining*, 11(1), 1-15.
- [6] Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. New York: David McKay.
- [7] Brown, P. F. (2021). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Challenges*. Springer International Publishing.
- [8] Дорофеев, Г.В. (2018). Теория вероятностей в школьном курсе математики. *Математика в школе*, 5, 15-22.
- [9] Feldman, A. (2019). *Personalized Learning and the Digital Privatization of Curriculum and Teaching*. National Education Policy Center.
- [10] Garcia, E. (2018). Personalized learning: From theory to practice. *Educational Technology Research and Development*, 66(3), 641-658.
- [11] Holmes, W. (2020). *AI in Education: Ethics and Policy*. European Commission.

- [12] Ильченко, В.В. (2022). Адаптивные системы обучения математике. М.: Просвещение.
- [13] Карпов, А.С. (2022). Индивидуализация обучения с помощью ИИ. Образовательные технологии, 3(45), 89-102.
- [14] Киселев, С.Г. (2017). Теория вероятностей для школьников. М.: БИНОМ.
- [15] Koedinger, K. R. (2012). The Knowledge-Learning-Instruction framework. Cognitive Science, 36(5), 757-798.
- [16] Колмогоров, А.Н. (1974). Основные понятия теории вероятностей. М.: Наука.
- [17] Петровский, А.В. (2019). Психология обучения математике. М.: Академия.
- [18] Rumelhart, D. E. (1986). Parallel distributed processing. MIT Press.
- [19] Смирнов, Е.И. (2020). Педагогические технологии в преподавании математики. М.: Академия.
- [20] Sutton, R. S. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT press.
- [21] Тюменцева, И.А. (2021). Адаптивные образовательные системы. СПб.: Лань.
- [22] Vapnik, V. N. (1995). The nature of statistical learning theory. Springer.
- [23] Воронцов, К.В. (2019). Математические методы обучения по прецедентам. М.: МЦНМО.
- [24] Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society. Harvard University Press.
- [25] Жохов, В.И. (2016). Методика преподавания теории вероятностей в школе. М.: Мнемозина.

## А. Примеры индивидуальных траекторий обучения

- Траектория для ученика с гуманитарным складом мышления
- Адаптивный маршрут для одаренных учащихся
- Коррекционная траектория для отстающих учеников

## В. Фрагменты программного кода

```
1 #  
2 def recommend_tasks(student_id, n=5):  
3     profile = get_student_profile(student_id)  
4     cluster = cluster_model.predict(profile)[0]  
5     tasks = Task.objects.filter(cluster=cluster)  
6     return sorted(tasks, key=lambda t: predict_success(  
        student_id, t.id))[:n]
```



## С. Материалы педагогического эксперимента

- Протоколы тестирования
- Шаблоны анкет
- Сравнительные диаграммы успеваемости
- Транскрипты интервью с участниками

Несмотря на указанные ограничения и вызовы, технологии ИИ имеют значительный потенциал для повышения эффективности и индивидуализации образовательного процесса. Ключевым фактором успешного применения ИИ в образовании является сбалансированный подход, учитывающий как технологические возможности, так и педагогические, этические и социальные аспекты.