

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан
Северо-Казахстанский университет
им. М. Козыбаева

УДК 004.94:005



На правах рукописи

КУРМАШЕВА ЛИЛИЯ БОРИСОВНА

Разработка моделей и алгоритмов интеллектуальной поддержки управления образовательными социоценозами на основе методологии алгоритмического решения изобретательских задач

8D06101 Информатика, вычислительная техника и управление

Диссертация на соискание ученой степени
доктора философии (PhD)

Научный консультант:
профессор кафедры "Информационно-коммуникационные технологии", к.т.н, доцент
Куликова В.П.

Зарубежный научный консультант:
Профессор кафедры Информатики, PhD
Университета г. Жилина, Словакия,
Левашенко В.Г.

Республика Казахстан
Петропавловск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	5
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
1.1 Анализ современных подходов к моделированию социоценозов в контексте управленческих задач	13
1.2 Понятие и сущность социоценоза как управляемой системы	21
1.3 Законы развития систем (диалектика, ТРИЗ, эволюционные и энтропийные модели).....	22
1.3.1. Диалектический подход к развитию систем	23
1.3.2. Теория решения изобретательских задач	23
1.3.3 Эволюционные и энтропийные модели	24
ВЫВОДЫ ПО 1 ГЛАВЕ	25
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИОЦЕНОЗОМ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ТРИЗ	27
2.1 Управление социоценозом как задача преодоления системных противоречий	27
2.1.1 Формализация задачи управления через ИКР и оперативную зону	28
2.1.2 Использование инструментов ТРИЗ для анализа противоречий	29
2.1.3 Постановка задачи диссертационного исследования в терминах ТРИЗ	31
2.2 Переход от методологии ТРИЗ к эмпирическим моделям исследования	32
2.2.1 Алгоритм интеграции методологии ТРИЗ с эмпирическими моделями исследования социоценозов.....	32
2.2.2 Классификация управленческих задач и выбор модельного инструментария	35
2.3 Эмпирическое исследование и моделирование процесса профессионального самоопределения абитуриентов как объекта управления	37
2.3.1 Результаты социологического исследования факторов выбора вуза ..	37
2.3.2 Концептуальное и имитационное моделирование процесса поступления абитуриентов	41
2.4 Анализ рангового распределения в образовательных социоценозах	54

2.4.1	Методология, исходные данные и результаты эксперимента...	54
2.4.2	Связь результатов с теорией социоценозов и методологией ТРИЗ	56
2.5	Выявление приоритетных направлений управления образовательным социоценозом на основе ABC-XYZ-анализа	57
2.6	Применение аппарата цепей Маркова в алгоритмах прогнозирования и управления социоценозом	61
2.6.1	Методологические основы: цепи Маркова и каноническая модель образовательного траектории	62
2.6.2	Интеграция методологии ТРИЗ и цепей Маркова для разрешения управленческих противоречий	64
2.7	Комплексное применение статистических методов и нейросетевого моделирования для прогнозирования контингента вуза.....	66
2.7.1	Статистическое моделирование численности абитуриентов на основе данных поисковых запросов	67
2.7.2	Нейросетевое моделирование в прогнозировании академической успешности студентов	73
	ВЫВОДЫ ПО 2 ГЛАВЕ	78
	ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ ТРИЗ.....	79
3.1	Формирование требований к интеллектуальной системе поддержки принятия решений	80
3.2	Архитектура экспертной системы «TRIZ EduBot»	81
3.3	Экспериментальное сравнение эффективности решений, полученных от интеллектуального агента, базовой LLM и экспертов в области управления ..	86
	ВЫВОДЫ ПО 3 ГЛАВЕ	89
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	90
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	92
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	103
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	105
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	107
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	113
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	116

ПРИЛОЖЕНИЕ Е	117
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	119
ПРИЛОЖЕНИЕ З.....	123

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие документы и стандарты:

1. Государственная программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы;
2. «Концепция цифровой трансформации, развития отрасли информационно-коммуникационных технологий и кибербезопасности на 2023 - 2029 годы», Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 269;
3. Закон Республики Казахстан «О персональных данных и их защите» от 21 мая 2013 года № 94-V;
4. «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию», Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана от 8 сентября 2025 года;
5. Закон Республики Казахстан «об авторском праве и смежных правах» от 10 июня 1996 года № 6-I.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АРИЗ – алгоритм решения изобретательских задач
вуз – высшее учебное заведение
ЕНТ – единое национальное тестирование
ИИ – искусственный интеллект
ИКР – идеальный конечный результат
ЛПР – лицо, принимающее решение
ПО – программное обеспечение
ОВ – оперативное время
ОЗ – оперативная зона
ППВУЗ – процесс подготовки и поступления в вуз
ППС – профессорско-преподавательский состав
ТП – системное (техническое) противоречие
ТРИЗ – теория решения изобретательских задач
ТАУ – Теория автоматического управления
LLM – Large Language Model, большая языковая модель

ВВЕДЕНИЕ

Все проблемы имеют техническое решение, просто самая большая проблема – выбрать правильное решение и отказаться от тех, которые влекут за собой другие проблемы.

Артур Чарльз Кларк (1917–2008),
английский писатель, учёный, футуролог и изобретатель [1]

Современные социоценозы, включающие образовательные, социальные и организационные системы, характеризуются высокой степенью сложности и динамичности. Управление такими системами требует разработки эффективных алгоритмов, обеспечивающих устойчивость, адаптивность и результативность процессов. Особенно актуальна данная задача в контексте управления образовательными учреждениями, где необходимо учитывать интересы обучающихся, профессорско-преподавательского состава, администрации и государства.

Систематизация отечественных и зарубежных исследований показывает, что актуальность разработки новых подходов к управлению социоценозами определяется следующими противоречиями:

1. между сложностью социоценозов и ограниченностью формализованных методов их анализа;
2. между наличием количественных моделей и отсутствием механизмов разрешения содержательных противоречий, возникающих в процессе управления;
3. между развитием ИИ и недостаточной интеграцией его в управленческие контуры принятия решений.

Таким образом, *актуальность* данного исследования определяется острой практической потребностью в новых эффективных инструментах управления сложными образовательными системами и научной проблемой, заключающейся в отсутствии формализованных подходов, позволяющих целенаправленно выявлять и разрешать системные противоречия, возникающие в процессе управления образовательными социоценозами. В отличие от существующих исследований, ориентированных преимущественно на описание и прогнозирование состояний системы, в работе акцент делается на алгоритмизацию процедур выработки управленческих решений.

Разработка таких инструментов на основе синтеза методологии ТРИЗ, аппарата математического моделирования и технологий машинного обучения позволяет рассматривать управление образовательными социоценозами как процесс целенаправленного разрешения противоречий, обеспеченный формализованными методами, моделями и алгоритмами, объединёнными в единую методологическую рамку. Это обеспечивает переход к более высокому уровню обоснованности и воспроизводимости управленческих решений.

Объектом диссертационного исследования являются процессы управления образовательными социоценозами в условиях неопределенности и противоречивых требований.

Предмет исследования – методы, модели и алгоритмы интеллектуальной поддержки решений, направленные на формализованное выявление и разрешение управленческих противоречий.

Целью исследования является разработка и обоснование ТРИЗ-ориентированного подхода к интеллектуальной поддержке управления образовательными социоценозами, обеспечивающего алгоритмизацию процессов выявления и разрешения управленческих противоречий и интеграцию разнородных моделей в рамках единой системы принятия решений.

Задачи исследования:

1. Провести системный анализ существующих подходов к моделированию и управлению социоценозами с позиции их применимости к разрешению управленческих противоречий.

2. Разработать концептуальную модель управления образовательным социоценозом на основе методологии ТРИЗ.

3. Разработать прогностические модели как инструмент количественной поддержки процесса разрешения управленческих противоречий.

4. Разработать алгоритмы анализа структурной устойчивости и динамики социоценоза на основе эмпирических данных.

5. Разработать архитектуру и алгоритмическое обеспечение интеллектуального агента поддержки принятия решений, обеспечивающего интеграцию разработанных методов и моделей.

6. Провести экспериментальную апробацию предложенных моделей и алгоритмов в задачах управления образовательным социоценозом.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. ТРИЗ-ориентированный подход к управлению образовательными социоценозами, основанный на формализации управленческих противоречий и обеспечивающий алгоритмизацию процессов выработки управленческих решений в условиях неопределенности.

2. Концептуальная модель управления образовательным социоценозом, реализующая данный подход и позволяющая структурировать управленческие задачи через систему противоречий.

3. Модель профессионального самоопределения абитуриентов как управляемого процесса социоценоза, позволяющая выявлять ключевые факторы выбора образовательной траектории.

4. Алгоритм оценки структурной устойчивости образовательного социоценоза на основе рангового анализа, позволяющий количественно диагностировать риски дестабилизации системы.

5. Метод классификации и ранжирования объектов управления в образовательном социоценозе, обеспечивающий обоснованное определение приоритетов управленческого воздействия.
6. Гибридная прогностическая модель движения контингента обучающихся, обеспечивающая предиктивную оценку поступления и риска отчисления на основе интеграции статистических и нейросетевых методов.
7. Архитектура и алгоритмическое обеспечение интеллектуального агента поддержки принятия решений, реализующего формализованные процедуры разрешения противоречий ТРИЗ при выработке управленческих решений.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке ТРИЗ-ориентированного подхода к управлению образовательными социоценозами, обеспечивающего формализацию и алгоритмизацию процессов выявления и разрешения системных управленческих противоречий, а также интеграцию разнородных методов и моделей в единую систему интеллектуальной поддержки принятия решений. Научная новизна диссертации представлена следующими положениями:

1. Предложена теоретико-методологическая база управления образовательными социоценозами, основанная на интерпретации управления как процесса разрешения системных противоречий, что подтверждается монографией [2] и публикацией статьи в журнале, входящем в базу данных Scopus (в первом квартале, Q1) [3].

2. Разработана концептуальная модель управления образовательным социоценозом на основе методологии ТРИЗ, отражена в монографии [2].

3. Представлен алгоритм оценки структурной устойчивости образовательного социоценоза, выявляющий зоны системного риска, что подтверждается учебным пособием [4] и публикацией [5].

4. Предложен метод классификации и приоритизации объектов управления в образовательном социоценозе, отражен в статье [6].

5. Разработан алгоритм оптимизации образовательных траекторий, основанный на совместном использовании цепей Маркова и ТРИЗ, позволяющий снижать вероятность нежелательных состояний за счет структурных изменений системы [7].

6. Разработан метод оперативного прогнозирования контингента абитуриентов на основе анализа поисковых запросов, подтверждается публикацией статьи (КОКСНВО РК) [8].

7. Разработана прогностическая нейросетевая модель классификации академической успешности студентов, позволяющая на основе ограниченного набора предикторов определять группы риска отчисления, отражено в статье (КОКСНВО РК) [8] и учебном пособии [9].

8. Разработана и программно реализована архитектура интеллектуального агента поддержки принятия решений «TRIZ EduBot», обеспечивающая формализованную и воспроизводимую процедуру выработки управленческих

решений, с подтвержденным авторским свидетельством (Приложение А), актом внедрения (Приложение Б) и опубликованной статьей (КОКСНВО РК) [10].

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в развитии теории управления образовательными социоценозами за счёт формализации методологии ТРИЗ и её интеграции с математическими моделями и алгоритмами интеллектуальной поддержки принятия решений, что позволяет перейти от описательных к конструктивно-алгоритмическим моделям управления.

Практическая значимость подтверждается созданием действующего прототипа интеллектуального агента и комплекса методов и алгоритмов, внедрение которых в деятельность вузов позволяет повысить обоснованность, своевременность и результативность управленческих решений, а также оптимизировать ресурсы образовательного заведения.

Практическая значимость заключается в возможности применения разработанных методов и алгоритмов в управлении образовательными социоценозами:

1. Для стратегического планирования: обоснованного распределения ресурсов между стабильными направлениями и инновационными программами.

2. Для приемных кампаний: возможности оперативного прогнозирования набора абитуриентов на конкретные образовательные программы вуза до получения официальной статистики, что позволяет корректировать профориентационные мероприятия.

3. Для академического управления: возможность выявления студентов «группы риска» с целью проведения мер поддержки и тем самым снижения показателей отчисления обучающихся.

4. Для цифровой трансформации политик образовательных социоценозов: оказание поддержки управленческих решений на основе разрешения противоречий руководителям среднего и высшего звена.

5. В учебном процессе: результаты исследования используются в учебном процессе при подготовке обучающихся по IT- направлениям, в том числе на основе разработанных автором монографии и учебных пособий, посвящённых динамическим моделям, интеграции знаний и основам искусственного интеллекта.

Практическая ценность подтверждается полученным авторским свидетельством и актом внедрения, свидетельствующим о готовности использования разработанного инструментария в реальных условиях.

Апробация результатов. Результаты диссертационного исследования прошли всестороннюю апробацию в форме публикаций, выступлений на научных мероприятиях, внедрении результатов в учебный процесс и управленческую практику вуза, а также в регистрации интеллектуальной собственности.

1. *Публикации по теме диссертации.* Основные научные результаты и положения исследования опубликованы в 13 работах. Из них 1 монография, 2 учебных пособия, 3 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по

обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Республики Казахстан (КОКСНВО РК), 1 статья в международном рецензируемом научном журнале Scopus (Квартиль Q1), 5 статей в международных научных изданиях, 1 статья в отечественном научном издании.

2. *Выступление на международных научно-практических конференциях* – в рамках международного проекта для докторантов и молодых исследователей в области информатики ACeSYRI ERASMUS+, результаты диссертационного исследования были представлены на двух международных научно-практических конференциях – в г. Алматы (30.04.2021 г. в онлайн-формате), г. Жилина, Словакия (22.06.2021, очно).

3. *Внедрение результатов и регистрация интеллектуальной собственности.* Практическая значимость исследования подтверждена актом о внедрении научно-исследовательских результатов диссертационной работы (Приложение Б), а также фактом создания и государственной регистрации программного продукта: программа для ЭВМ «Консультант по управленческим решениям (TRIZ EduBot)», предназначенная для интеллектуальной поддержки управления образовательным социоценозом. Программа внесена в Государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом Республики Казахстан (свидетельство № 64547 от 25.11.2025), что является официальным подтверждением её новизны и авторства. (Копия свидетельства представлена в Приложении А).

Личный вклад автора заключается в проведении исследований, направленных на обоснование ключевых положений, выносимых на защиту, а также в обобщении и интерпретации полученных результатов. Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований получены автором самостоятельно. В научных работах, которые написаны в соавторстве, соискателю принадлежит значимая роль.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа имеет классическую структуру: введение, основная часть (три главы), заключение, список использованных источников и приложения. Работа изложена на 125 страницах работы, включает 31 рисунок, 11 таблиц и 116 наименований библиографических источников.

Во введении аргументирован выбор темы исследования, раскрыта ее актуальность, сформулирована цель и задачи работы, представлены предмет, объект исследования, ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе проведен анализ существующих теоретико-методологических подходов к исследованию социоценозов как управляемых систем. Установлено, что классические методы управления, ориентированные на оперативную коррекцию отклонений, недостаточно учитывают системный характер противоречий, присущих социоценозам (поскольку последние содержат в себе социальную

составляющую). Выявлены сильные, слабые стороны и ограничения применительно к управленческим задачам. Сформулирована постановка задачи диссертационного исследования, ориентированная на интеграцию ТРИЗ и методов количественного анализа.

Во второй главе разработана и эмпирически верифицирована авторская модель управления образовательным социоценозом, построенная на интеграции ТРИЗ и набора количественных методов анализа. Управление социоценозом представлено как задача преодоления системных противоречий, для формализации которой введены понятия ИКР, оперативной зоны (ОЗ), оперативного времени (ОВ). На основе социологического исследования выявлены ключевые факторы выбора вуза, построены концептуальная и имитационная модели процесса поступления абитуриентов. Ранговый анализ выявил внутреннюю неоднородность системы с чётко выраженными структурными зонами. Дополнительная группировка элементов с применением ABC-XYZ анализа позволила установить направления управленческого воздействия, обеспечивающие максимальный результат при ограниченных ресурсах. Также реализованы прогностические модели: марковская модель образовательной траектории, статистическая модель на основе поисковых запросов и нейросетевая модель прогнозирования академической успешности студентов.

В третьей главе сформулированы требования к интеллектуальной системе поддержки принятия решений, определены ключевые задачи системы, разработана и программно реализована архитектура ИИ-агента «TRIZ EduBot», включающая модули обработки запроса, применения методологии ТРИЗ и генерации ответов. Также проведена экспериментальная апробация системы с использованием разработанных автором кейсов управленческих задач. Установлено, что разработанный агент может применяться на практике для поддержки управленческих решений в образовательных организациях.

В заключении представлены полученные результаты исследований, включающие основные выводы по итогам диссертационного исследования.

1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЦИОЦЕНОЗОВ.

1.1 Анализ современных подходов к моделированию социоценозов в контексте управленческих задач

С точки зрения математического моделирования социоценоз относится к классу *сложных систем*. Человек, являясь ключевым элементом социоценозов, вносит в задачи их анализа фактор неопределенности, что превращает моделирование процессов в таких системах в слабо формализуемую проблему [11]. Сложные системы обладают следующими характеристиками [12]: наличие большого числа взаимно связанных и взаимодействующих между собой элементов; сложность функций, выполняемых системой, и направлений на достижение заданных целей функционирования; возможность разбиения системы на подсистемы, цели функционирования которых подчинены общей цели системы; наличие управления (часто имеющего иерархическую структуру), разветвленной информационной сети и интенсивных потоков информации; наличие взаимодействия с внешней средой и функционирования в условиях случайных факторов [13]. В управленческих задачах это проявляется в необходимости прогнозировать поведение системы, находить оптимальные стратегии распределения ресурсов и поддерживать устойчивость при изменении условий.

В трудах отечественных и зарубежных исследователей достаточно подробно рассмотрены вопросы управления образовательными системами с позиций системного подхода, кибернетики и теории самоорганизации. Исследуются модели управления вузами, образовательными траекториями, качеством обучения и ресурсами, однако понятие образовательного социоценоза как целостной управляемой системы используется ограниченно и, как правило, носит описательный характер. В работах последних лет (2021-2026) акцент смещается от классических организационных моделей к цифровым, интеллектуальным системам. Однако во все времена большинство авторов считают, что социоценоз представляет собой интеграцию человеческих, технологических и организационных элементов, функционирующих как единое целое.

Существуют разные методологические подходы к моделированию и управлению социоценозами.

Работы В.П. Казначеева, С.П. Курдюмова, В.И. Супруна заложили теоретико-методологические основы понимания социоценоза как самоорганизующейся иерархической системы с коэволюционными связями [14]. Эти работы раскрыли фундаментальные принципы самоорганизации нелинейных сред: роль параметров порядка, значение точек бифуркации, необходимость баланса между хаосом (самоорганизацией) и порядком (управлением), а также коэволюционный характер

развития подсистем разного темпа. Выявленный пробел: несмотря на глубинное описательное понимание процессов, синергетика, будучи в значительной степени концептуально-философским подходом, не предлагает готового алгоритмического и инструментального аппарата для оперативного анализа конкретных управленческих ситуаций, формализации противоречий и автоматизированной генерации управляющих воздействий в образовательных социоценозах. Её принципы требуют «перевода» на язык конкретных моделей и алгоритмов».

Множество работ посвящено математическому [15] и имитационному моделированию [16], [17] социоценозов. Данное направление предлагает широкий спектр количественных инструментов для анализа данных [18], [19], [20]. Однако эти методы, как правило, не содержат в своей основе механизма целеполагания и разрешения содержательных противоречий.

В работе [11] автор в качестве универсальной модели социотехнической системы предлагает использовать кортеж:

$$STS = \langle G, QL, S, R, \Omega \rangle,$$

где G – оргграф с единственной корневой вершиной не содержащий связей между узлами одного иерархического уровня;

QL – совокупность лингвистических оценок для каждого фактора в иерархии;

S – множество весов дуг, отражающих степень влияния концептов на элементы следующего уровня иерархии;

R – система правил для расчета значений концептов на каждом из уровней иерархии G ;

Ω – коэффициент сходства, позволяющий распознавать лингвистические значения концептов.

В стационарном варианте построения иерархии G на уровне N размещаются такие концепты, которые способны воспринимать воздействие исключительно от элементов, находящихся на более высоких (с меньшим номером) уровнях. При переходе к динамической версии модели добавляется возможность влияния на эти концепты со стороны обратных связей, формирующихся внутри нечёткой когнитивной карты.

В.И. Чимшир в работе [21] предлагает использовать модель проектного управления социотехническими системами на основе рефлексии. Суть метода сводится к тому, что управляющее воздействие запускает реализацию типового проекта из базы данных системы, что, в свою очередь, корректирует цели и мотивацию интеллектуальной подсистемы, адаптируя их под актуальные требования внешней среды (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Модель проектного управления социотехнической системой на основе рефлексии (по В.И. Чимширу)

Теоретико-методологические основы исследования социоценозов как иерархических, самоорганизующихся систем заложены в работах по системному анализу [22], синергетике (Г. Хакен, И. Пригожин) и социальной кибернетике (С.В. Мейен, Ю.А. Урманцев). Они эффективны для экстраполяции трендов и описания «как есть», но не для проектирования «как должно быть» в условиях конфликта системных требований.

Работа [23] посвящена моделированию системной динамики и имитационным исследованиям социоценозов. Автор подробно рассматривает системную динамику как метод, основанный на каузальных картах и формальных компьютерных моделях, которые позволяют выявлять внутренние механизмы поведения социотехнических систем. В работе обосновывается, как такие подходы помогают лучше понять динамику и изменения систем, а также использовать результаты в принятии управленческих решений.

В статьях [24,25] авторы развивают марковские модели для точного прогноза движения студентов между состояниями в социоценозе «вуз» (уровни успеваемости, удержание и пр.).

Исследование [26] посвящено разработке онтологической модели ontoAGA, предназначенной для обеспечения семантической совместимости и интеграции разнородных образовательных информационных систем. Авторы описывают

структуру онтологии, включающую ключевые сущности академического управления – курсы, студентов, преподавателей и административные процессы – и демонстрируют, как она облегчает обмен и повторное использование данных между системами. Исследование подчеркивает важность онтологического подхода для построения интеллектуальных и интероперабельных образовательных платформ.

Методология ТРИЗ часто встречается в научных исследованиях, связанных с управлением социотехническими системами. Классическая ТРИЗ, созданная Г.С. Альтшуллером [27], и её современные модификации (развитые Ю.П. Саламатовым [28], В.В. Митрофановым [29], В.М. Петровым [30]) предоставляют мощный эвристический инструментарий для анализа и разрешения системных противоречий. Попытки применения ТРИЗ-принципов в менеджменте, педагогике и социальном проектировании (работы Н.Н. Хоменко [31], В.Г. Сибирякова [32], Э.А.Соснина [33]) демонстрируют содержательный потенциал методологии. Критическим ограничением здесь является высокая степень экспертной зависимости и слабая формализация. Решения генерируются преимущественно в ходе мозговых штурмов и остаются в области качественных рекомендаций, что не позволяет встроить ТРИЗ в контур автоматизированного управления.

Автор статьи [34] имеет более 10 лет опыта в преподавании, используя ТРИЗ. Он приводит примеры из практики, опубликованные инженерами-технологами и полученные студентами, для решения повседневных задач, которые оказались полезными как в процессе обучения, так и в процессе подготовки к занятиям.

Исследователи [35] доказали, что применение ТРИЗ помогает компаниям занять выгодное положение на рынке, создавая инновационные продукты и услуги.

В работе [36] производится попытка систематической адаптации 40 принципов ТРИЗ для решения проблем в образовательной сфере (в преподавании, обучении и управлении). В исследовании представлены подробные адаптации семи ключевых принципов, демонстрирующие потенциальные возможности их применения в различных областях образования (разработке учебных программ, интеграции технологий и управлении учебным заведением).

Современные исследования показывают, что искусственный интеллект становится ядром управления образовательными системами. Основные направления исследований связаны в основном с интеллектуальными системами поддержки принятия решений (прогнозирование успеваемости студентов, стратегическое управление, планирование расписания, управление нагрузкой преподавателей и т.п.).

Авторы работы [37] доказывают, что в условиях повышенного доверия и успешного внедрения ИИ-решений, при условии высокого качества данных,

приемлемого уровня интеграции ИИ и этического управления, эффективность принятия решений возрастает в разы.

Демидов Д. В. [38] в работе «Управление образованием на основе данных: цифровой двойник школы, технологии виртуальной и дополненной реальности» демонстрирует разработанную универсальную платформу для интерактивного мониторинга и управления инженерными системами непосредственно в цифровой информационной модели, которая, в свою очередь, позволяет применять технологии виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе. Все это делается с целью изучения скрытых инженерных коммуникаций, а также интерактивного использования стен и взаимодействия с цифровыми копиями учебного оборудования.

В работе [39] рассматривается, как три взаимосвязанных концепции – цифровой двойник, цифровые потоки и цифровое мышление – совместно способствуют успешной цифровой трансформации организаций. Авторы анализируют цифровизацию не только как технологический, но и как социотехнический процесс, в котором человеческие, организационные и технологические компоненты должны быть согласованы. Цифровой двойник описывается как виртуальное отражение физической системы, обеспечивающее мониторинг и оптимизацию процессов; цифровые потоки – как сквозная интеграция данных на протяжении всего жизненного цикла продукта или услуги. Цифровое мышление определяется как культура открытости к инновациям, обучению и межфункциональному взаимодействию, необходимая для внедрения новых технологий. В совокупности эти элементы формируют основу устойчивой цифровой экосистемы, повышающей адаптивность и конкурентоспособность организаций в условиях цифровой экономики.

В статье [40] приведен обзор наиболее часто используемых методов интеллектуального анализа образовательных данных для поддержки управленческих решений в университетах. Авторы выявили, что к наиболее широко используемым методам в управлении образовательными процессами относятся классификация (50%), регрессия (40.3%) и кластеризация (9.7%). Также в работе приведены наиболее часто используемые модели машинного обучения в образовательных социценозах в административных целях (дерево решений, случайный лес), приведены на рисунке 1.2.

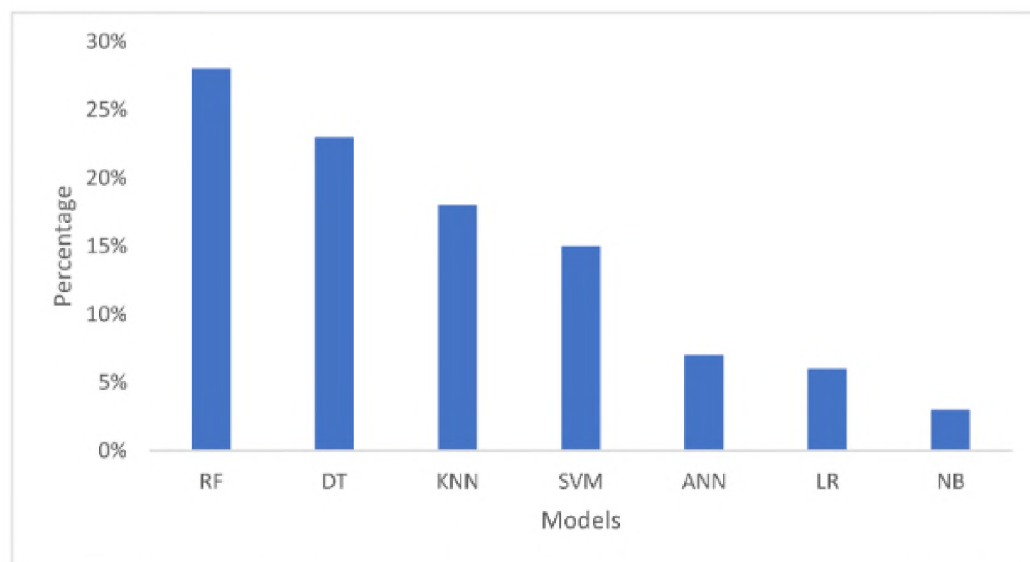


Рисунок 1.2 – Большинство алгоритмов машинного обучения, применяемых социоценозами в рамках методов электронного управления данными

В работе [41] представлена система поддержки принятия решений, основанная на гибридной модели интеллектуального анализа данных, которая позволяет на раннем этапе определять соответствие студентов требованиям для поступления на конкретные образовательные программы и прогнозировать их академическую успеваемость еще до поступления в вуз. Для анализа используются методы машинного обучения с учителем, алгоритмы ассоциативных правил и методы кластеризации.

Исследование [42] описывает разработанную пакистанскими учеными систему поддержки принятия решений для анализа поведения студентов в учебе. Цель работы – проанализировать успеваемость обучающихся с использованием интеллектуальной системы поддержки принятия решений, основанной на трехуровневом методе машинного обучения. Эффективность классификатора составила 88,8 % при использовании предложенной трехуровневой схемы (ранее был достигнут порог 83,2 %).

Авторы работы [43] показывают, что интеграции ИИ, блокчейна и Интернета вещей позволяет создавать образовательные социоценозы, основанные на персонализированном обучении, равном доступе к образованию, с учетом инклюзивного компонента.

В последние годы в Казахстане ведутся активные исследования по цифровой трансформации социоценозов [44] и применению методов системного анализа для совершенствования управления ими. Так, применительно к образовательным социоценозам, в работе Г. Мутанова, Ж. Мамыковой, О. Копновой и М. Болатхана

[45] рассматриваются концептуальные вопросы внедрения стратегии управления данными в университете в условиях цифровизации. Авторы показывают, что фрагментарное использование данных не позволяет выявить узкие места в управлении, и обосновывают необходимость построения единой стратегии, интегрирующей корпоративные информационные системы и источники транзакционных данных. В работе предложена картографическая модель анализа данных, а также подход к проектированию и внедрению информационно-аналитической системы на базе Microsoft Power BI, что обеспечивает визуализацию ключевых бизнес-процессов и формирование карты данных университета. Внедрение подобных инструментов аналитики в управление вузом можно рассматривать как один из примеров реализации алгоритма решения управленческих задач для социоценоза в образовательной среде.

Значимый вклад в изучение данного вопроса применительно к казахстанской высшей школе внесен в работе казахстанских исследователей Yelubay G., Akhmetov B., Gnatuk S. и Shuitenov G. (2025). В их исследовании [46] проводится системный анализ мировых трендов и специфики локального внедрения ИИ-инструментов в управленческие процессы вузов. Авторы не только фиксируют существующие кейсы (прогнозирование успеваемости, персонализация траекторий, оптимизация ресурсов), но и выявляют ключевые институциональные и культурные барьеры, характерные для казахстанской образовательной системы. Их выводы о необходимости адаптации глобальных решений к локальному контексту, а также о важности развития цифровых компетенций управленцев представляют существенную ценность для настоящего исследования.

В работе казахстанских исследователей [47], теоретическое моделирование совмещено с эмпирической проверкой. Данное исследование методологически строго, так как не ограничивается декларацией модели, а подтверждает её эффективность посредством квазиэксперимента. Авторы обоснованно фокусируются на синтезе двух критически важных аспектов: технологической грамотности и способности к работе в поликультурной среде, что особенно применимо для казахстанской и аналогичных ей образовательных систем.

Особое место в ряду исследований, посвящённых формализации образовательных процессов, занимают работы, направленные на создание их универсальных информационно-логических моделей. В этой связи представляет интерес исследование G. Zunimova, в котором предложена информационно-логическая модель образования [48]. Такая модель выполняет важную функцию систематизации и структуризации образовательного процесса, выделяя его ключевые сущности (субъекты, объекты, ресурсы), атрибуты и логические взаимосвязи между ними в виде графа. Подобный подход служит необходимым онтологическим фундаментом для последующей цифровизации, обеспечивая

единый понятийный аппарат и выявляя точки приложения для технологических решений.

Работа [49] посвящена оценке влияния ИИ на образовательные процессы в высших учебных заведениях. Авторы пришли к выводу о том, что интеграция искусственного интеллекта повышает эффективность административных процессов на 40%, сокращая время, затрачиваемое на рутинные задачи, а также использование ИИ для мониторинга образовательных процессов может снизить риск отчислений до 15%.

Ибраева и соавторы [50] анализируют ключевые препятствия и перспективы внедрения искусственного интеллекта и машинного обучения в управление образовательными процессами казахстанских университетов. Они подчеркивают потенциал таких технологий для персонализации обучения, более рационального распределения ресурсов и повышения управляемости системы вуза.

Авторы работы [51] разработали информационную модель «Управление качеством высшего и послевузовского образования», основанную на модели комплексной информационно-образовательной среды высшего учебного заведения и онтологической модели базы данных интегрированной информационно-образовательной среды. Система уже внедрена деятельностью Астанинского ИТ-университета, что позволило улучшить управление качеством образовательного процесса.

Проведённый анализ литературы показал, что современные исследования демонстрируют широкий спектр подходов к моделированию и управлению социоценозами: от системной динамики и марковских цепей для прогнозирования поведения участников до онтологических моделей и цифровых двойников, обеспечивающих семантическую совместимость и поддержку управленческих решений. При этом акцент смещается от локального анализа к интеграции данных, интеллектуальным технологиям и цифровым экосистемам, отражающим социотехнический характер современного образования.

Зарубежные и отечественные работы подтверждают необходимость согласования технологических и социальных аспектов цифровой трансформации образовательных систем. В условиях Казахстана такие подходы находят практическое применение в разработке систем управления данными, визуальной аналитике и внедрении элементов искусственного интеллекта для оптимизации управления вузом.

Таким образом, обобщение представленных исследований позволяет заключить, что эффективное управление образовательным социоценозом требует интеграции методов системного анализа, математического моделирования,

онтологических и ИИ-технологий, формирующих основу для создания алгоритма решения управленческих задач.

1.2 Понятие и сущность социоценоза как управляемой системы

Понятие «система» является одним из базовых в кибернетике, теории управления и системном анализе. В научной литературе термин «система» трактуется по-разному, но в основе всех определений лежит идея целостности и взаимодействия.

Согласно Соснину Э.А., система – совокупность взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей [52].

По определению Берталанфи Л., [53] система – это совокупность взаимосвязанных элементов, образующих целостное единство, обладающее новыми свойствами, которых нет у отдельных элементов.

В кибернетике Н. Винера система рассматривается как объект, функционирующий за счёт обмена информацией и механизмов обратной связи, которые обеспечивают её устойчивость и управляемость [54]. С точки зрения управления, система – это упорядоченное множество элементов, объединённых целью и взаимодействующих в пространстве и времени.

Особое значение понятие системы приобретает в области образования и социальных процессов. В этом контексте система – это совокупность субъектов (студентов, преподавателей, администрации), процессов, ресурсов и механизмов управления, направленных на достижение общей цели – обеспечении эффективной организации образовательного процесса, научной деятельности и административного управления, направленных на подготовку квалифицированных специалистов и развитие научного потенциала.

Тесно связанным с понятием «система» является термин «социоценоз». Он образован по аналогии с биологическим понятием «биоценоз» [55, 56, 57] и используется для обозначения социальных сообществ и социально-технических систем. Социоценоз – это социальная общность, включающая людей, организации, институты, а также технологические средства, объединённые в единое целое. В настоящее время исследователи определяют социоценоз как сложную социально-техническую систему, в которой взаимодействуют субъекты, процессы и информационные потоки, а управление направлено на достижение устойчивости и согласование интересов участников.

Современные социально-технические системы отличаются высокой степенью сложности, стохастичности и динамичности. Социоценозы как особый тип больших систем требуют применения алгоритмов управления, которые

учитывают разнообразие субъектов, множественность целей и необходимость согласования интересов.

В образовательной сфере социоценозом можно считать университетскую среду, включающую студентов, профессорско-преподавательский состав, административные структуры, информационно-образовательные технологии и внешние институты – государство, работодателей и общество в целом [58]. Такая система функционирует в условиях изменчивости среды и требует применения алгоритмов управления, способных учитывать множественность факторов и динамику развития.

Для того чтобы продемонстрировать применимость теоретических положений и математических методов, в настоящем исследовании в качестве модельного объекта выбран *вуз как социоценоз*.

Такой выбор обусловлен рядом факторов:

- университет представляет собой *сложную многоуровневую систему*, включающую студентов, преподавателей, администрацию, инфраструктуру и внешние институты (государство, рынок труда, общество);
- управление вузом требует *решения множества управленческих задач* – от планирования контингента студентов и распределения ресурсов до прогнозирования выпуска;
- в образовательной среде особенно актуальны методы математического моделирования (цепи Маркова, ABC–XYZ анализ, ранговый анализ, нейросетевое моделирование и др.), позволяющие строить алгоритмы управления на основе объективных данных;
- вуз как социоценоз отражает общие закономерности функционирования больших систем и может служить *репрезентативным примером* для проверки разработанного алгоритма.

Таким образом, в диссертации все рассматриваемые методы и модели будут применяться *на примере образовательного социоценоза – вуза*, что позволит обеспечить практическую значимость исследования и апробировать разработанный алгоритм решения управленческих задач.

1.3 Законы развития систем (диалектика, ТРИЗ, эволюционные и энтропийные модели)

В основе управления сложными системами, к которым относятся социоценозы, лежит понимание фундаментальных законов их развития. Эти законы позволяют не просто реагировать на изменения, но и прогнозировать их, целенаправленно воздействуя на траекторию эволюции системы для достижения поставленных управленческих целей. Анализ развития социоценозов опирается на синтез подходов из философии, кибернетики и технического творчества.

1.3.1. Диалектический подход к развитию систем

Диалектика (в контексте развития систем) выступает как общепhilософский метод познания, описывающий развитие как процесс, основанный на внутренних противоречиях. Ключевые законы диалектики применимы к социоценозам:

- *Закон единства и борьбы противоположностей*: в социоценозе (например, в университете) постоянно существует противоречие между различными элементами (например, требованиями рынка труда и академической свободой, или потребностью в стабильности и необходимостью инноваций). Это противоречие является источником развития системы. Управление должно направлять эту "борьбу" в конструктивное русло.

- *Закон перехода количественных изменений в качественные*: Накопление постепенных, количественных изменений (например, увеличение числа студентов, повышение среднего балла, рост публикационной активности) приводит к скачкообразному качественному изменению системы (например, переход вуза в статус национального исследовательского университета, смена парадигмы обучения).

- *Закон «отрицания отрицания»*: развитие системы носит спиралевидный характер, возвращаясь на новом уровне к некоторым свойствам, "отрицаемым" на предыдущем этапе. В управлении это означает, что новые методы вытесняют старые, но затем сами же могут быть частично интегрированы или заменены чем-то, что включает элементы старого, но на более высоком технологическом уровне.

1.3.2. Теория решения изобретательских задач

Теория Решения Изобретательских Задач, разработанная Г.С. Альтшуллером [59], изначально ориентирована на технические системы, но ее законы развития эффективно переносятся на социотехнические, в том числе социоценозы. ТРИЗ рассматривает развитие как процесс, стремящийся к идеальности и разрешению противоречий [60].

Основные законы, применимые к социоценозам:

- *Закон повышения степени идеальности системы*: система развивается в направлении минимизации затрат при максимизации полезного эффекта. Для социоценоза это может означать достижение максимальной эффективности подготовки кадров (полезный эффект) при минимизации времени, ресурсов и усилий (затраты).

- *Закон неравномерности развития частей системы*: различные подсистемы социоценоза (учебные планы, IT-инфраструктура, административный

аппарат) развиваются с разной скоростью, что порождает технические и физические противоречия и является главной причиной кризисов. Управленческая задача – гармонизировать это развитие.

- Закон перехода в надсистему/микроуровень: система развивается либо путем включения в более крупную систему (надсистему), либо путем перехода на более детальный уровень (микроуровень). В управлении вузом: интеграция в международные образовательные сети (надсистема) – к примеру, проекты Erasmus+, ACeSYRI, реализация совместных образовательных программ, в частности, Северо-Казахстанский университет с университетом Аризоны (США) или глубокая персонализация образовательных траекторий (микроуровень).

Применение ТРИЗ позволяет выявлять и устранять управленческие противоречия (например, противоречие между «увеличением бюджетных мест» и «сохранением качества обучения») не путем компромисса, а путем инновационного разрешения.

1.3.3 Эволюционные и энтропийные модели

Эволюционные модели рассматривают развитие систем как процесс естественного отбора и адаптации. Они применимы к социальным и организационным системам, где эволюция происходит через механизмы вариации, отбора и наследования.

В рамках социоценоза эти механизмы проявляются в появлении новых организационных форм (в Послании Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию» от 8.09.2025 акцент делается на создание центров искусственного интеллекта, проектных лабораторий) [61], [62]; отборе эффективных управленческих стратегий; закреплении успешных практик и культурных норм в институциональной памяти.

Эволюционные модели дополняют ТРИЗ, переводя идеи развития в вероятностно-динамическую плоскость и создавая основу для применения моделей Маркова, агентных симуляций и алгоритмов самообучения, что важно для прогнозирования устойчивости образовательных систем.

Энтропийные модели (Закон возрастания энтропии)

Энтропия, как мера неопределенности и неупорядоченности, служит универсальным показателем состояния системы. В социотехнических системах рост энтропии связан с потерей управляемости, рассеянием информации и снижением эффективности коммуникаций.

Законы энтропийного развития включают:

- тенденцию к росту энтропии в замкнутых системах (при отсутствии обмена ресурсами и информацией);
- возможность снижения энтропии за счёт организации и обратных связей;
- самоорганизацию через флуктуации и неустойчивости (по И. Пригожину) [63].

Таким образом, управление социоценозом требует постоянного поддержания баланса между упорядоченностью и гибкостью, где источником развития выступают управляемые флуктуации – новые идеи, инновационные инициативы, цифровизация процессов и т.п.

То есть если социоценоз (например, устаревший университет) не поддерживается притоком энергии и информации (внешним управлением, инновациями), он постепенно деградирует, увеличивает свою внутреннюю неэффективность, бюрократию и неопределенность, стремясь к социальной энтропии. Управление должно постоянно противодействовать этому процессу.

Исходя из вышеизложенного, отметим: развитие системы происходит за счет обмена с внешней средой (привлечение талантливых студентов, новых технологий, финансирования). Эволюция социоценоза – это процесс самоорганизации и усложнения структуры в ответ на вызовы, который ведет к снижению внутренней энтропии и росту порядка (например, создание более сложной и эффективной системы управления качеством).

Вывод: эффективное управление социоценозом должно использовать диалектику для выявления противоречий, ТРИЗ для их инновационного разрешения и создания идеальных решений, а также постоянно бороться с энтропией путем обеспечения негэнтропийного притока (информации, ресурсов, инноваций) и поддержания эволюционного развития.

ВЫВОДЫ ПО 1 ГЛАВЕ

Проведённый теоретико-методологический анализ показал, что социоценоз представляет собой сложную социотехническую систему, включающую множество взаимосвязанных подсистем – социальных, организационных, информационных и технических. Её функционирование характеризуется иерархичностью, стохастичностью, наличием обратных связей и взаимодействием с внешней средой, что требует применения системного и кибернетического подходов к управлению.

Установлено, что развитие социоценозов подчиняется общим законам эволюции систем, отражённым в диалектике, ТРИЗ и синергетике: через противоречия, переход количества в качество, стремление к повышению идеальности, неравномерность развития подсистем и тенденцию к переходу на

микро- и надсистемный уровни. Эти закономерности формируют методологическую основу для прогнозирования и целенаправленного управления развитием образовательных и организационных систем.

Показано, что существующие подходы к моделированию и управлению социоценозами включают широкий спектр методов – от системной динамики и марковских моделей до цифровых двойников. Их общая тенденция заключается в интеграции статистических, интеллектуальных и семантических средств анализа данных для повышения адаптивности управленческих решений.

Анализ отечественных исследований подтвердил необходимость построения целостной стратегии управления образовательными социоценозами, объединяющей методы интеллектуального анализа данных и элементы искусственного интеллекта для оптимизации ресурсов, прогнозирования и персонализации образовательных процессов.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИОЦЕНОЗОМ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ТРИЗ

2.1 Управление социоценозом как задача преодоления системных противоречий

Образовательный социоценоз, как сложная адаптивная система, функционирует в условиях постоянного динамического взаимодействия своих элементов. Целью управления таким объектом является его развитие в заданном направлении, например, повышение эффективности образовательного процесса, рост производительности трудового коллектива или гармонизация социальных отношений в сообществе. Однако любое управленческое воздействие, направленное на улучшение одного параметра системы, неизбежно вызывает ухудшение другого. Это фундаментальное свойство сложных систем, известное в диалектике как единство и борьба противоположностей [59], в практике управления проявляется в виде конкретных, часто конфликтующих требований.

Традиционный управленческий подход часто сводится к поиску компромисса: частично улучшить желаемый параметр, частично смирившись с ухудшением другого. Такой путь ведёт к неоптимальным решениям, не раскрывающим потенциал системы. В отличие от него, ТРИЗ предлагает не идти на компромисс, а разрешать противоречия через качественное изменение системы или способа воздействия на неё [64].

Таким образом, первый ключевой тезис данного раздела: управленческая задача в социоценозе должна формулироваться не как задача оптимизации (максимизации или минимизации отдельного показателя), а как задача выявления и разрешения системного противоречия, препятствующего развитию системы.

В ТРИЗ противоречие, подлежащее разрешению, формализуется как техническое противоречие (ТП), которое состоит в конфликте между двумя параметрами системы при попытке её улучшения. Для социоценозов классическая формула ТП адаптируется следующим образом:

Если мы [вводим определённое управленческое воздействие] для улучшения [показатель А системы], то ухудшается [показатель В системы].

Пример: ТП-1: Если мы увеличиваем интенсивность входного контроля и академических требований на первом курсе для улучшения качества подготовки и снижения вероятности последующего отчисления, то ухудшается психологический климат, растёт уровень стресса, что может увеличить количество отчислений по собственному желанию и снизить общую привлекательность образовательной программы.

Развитие вуза как социоценоза – это постоянный процесс балансирования между необходимостью сохранения академических традиций и требованием

адаптации к быстро меняющимся условиям внешней среды (рынок труда, технологии, демография). Современный социоценоз вуза представляет собой открытую динамическую систему, находящуюся под воздействием множества разнонаправленных факторов – социальных, экономических, технологических и информационных. В процессе функционирования между подсистемами возникают *внутренние противоречия*, разрешение которых служит основой для их развития.

Методология ТРИЗ предоставляет инструменты для формализации и устранения противоречий в сложных системах. В применении к управлению образовательным социоценозом она позволяет переходить от интуитивного поиска решений к структурированному алгоритму эволюционного развития системы.

Основу анализа составляют следующие типы *противоречий*:

- Технические противоречия (конфликт внутри самой системы, между ее параметрами [65]), применительно к вузу, например, повышение академического качества при ограниченных ресурсах).
- Физические противоречия возникают между параметрами системы в каком-либо одном элементе или даже его части, к примеру, необходимость индивидуализации обучения при сохранении массового формата.
- Административные противоречия (когда указаны только недостатки, нужно улучшить систему, но как – неизвестно), так, внедрение цифровых инструментов требует пересмотра бумажных процедур, но регламенты остаются устаревшими, что тормозит внедрение электронного документооборота и автоматизированной отчетности (противоречие: между бюрократизацией процессов и необходимостью цифровизации управления). Пример формулировки противоречий между бюрократизацией и цифровизацией:

ЕСЛИ сохранить традиционные бумажные регламенты и многоступенчатое согласование

ТО можно гарантировать формальное соответствие нормативам и контроль

НО это тормозит внедрение цифровых решений и снижает эффективность управления

Для формализации противоречий используется алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ), включающий последовательные шаги: выявление ключевых параметров системы, построение модели ИКР, поиск ресурсов и анализ направлений развития системы.

2.1.1 Формализация задачи управления через ИКР и оперативную зону

Для перехода от формулировки противоречия к поиску решения ТРИЗ вводится инструмент ИКР. Применительно к управлению социоценозом ИКР

формулируется как состояние системы, при котором желаемое улучшение достигается само по себе, без затрат, усложнений или негативных последствий [66]. Например, ИКР системы «учебный процесс» для ТП 1 (см. в 2.1): система сама обеспечивает высокое качество подготовки студентов первого курса, не создавая для них избыточного стресса и не требуя от преподавателей увеличения контрольных функций.

Постановка ИКР позволяет сместить фокус с поиска компромисса на поиск ресурсов и изменений в самой системе, которые позволят приблизиться к идеалу. Следующим шагом является анализ ОЗ – конкретного элемента системы, времени и пространства, где противоречие проявляется наиболее остро, и ОВ – момента, когда воздействие будет наиболее эффективным. В приведенном примере с ТП-1 (раздел 2.1):

- ОЗ: процесс адаптации и аттестации на первом семестре первого курса.
- ОВ: период между первыми предварительными оценками и первой промежуточной аттестацией.

Таким образом, задача управления трансформируется из общей «повысить успеваемость» в конкретную: «каким образом, воздействуя на процесс адаптации и аттестации в первом семестре (ОЗ) в ключевой период (ОВ), можно обеспечить высокое качество подготовки (улучшение А) так, чтобы не происходило роста стресса и отчислений (не ухудшался В)?».

2.1.2 Использование инструментов ТРИЗ для анализа противоречий

Для анализа сформулированного ТП и поиска векторов решения используются ключевые инструменты ТРИЗ:

- Системный оператор (9-экранов): Позволяет рассмотреть социоценоз не только в его текущем состоянии («Система»), но и в прошлом («Подсистема» – элементы, из которых он сложился) и будущем («Надсистема» – более крупная система, куда он входит), а также во времени. Это помогает выявить скрытые ресурсы и тенденции. Например, анализ «надсистемы» (рынок труда, общество) может показать, что требуемое качество подготовки может достигаться не через усиление контроля, а через раннее вовлечение в проектные группы с внешними заказчиками.
- Прием разрешения противоречий: База 40+ приёмов ТРИЗ служит источником типовых преобразований [27]. К примеру, для ТП-1 (раздел 2.1) могут быть применимы:

Прием 10. Предварительное действие: сместить часть учебной нагрузки или адаптационных мероприятий на период, предшествующий началу семестра.

Прием 24. Посредник: ввести роль наставника из числа старшекурсников, который помогает в адаптации, снижая стресс, но не являясь источником административного контроля.

Прием 35. Изменение параметров: изменить не интенсивность контроля, а его характер – перейти от формальных тестирований, контрольных к контролю компетенций через оценку выполнения небольших, но реальных профессиональных задач (кейсов) в течение семестра. Контроль остается, но его природа меняется со "стресс-индуцирующей" на "мотивационно-обучающую".

- Вещественно-полевые (веполь) модели: Позволяют схематично представить конфликтующую ситуацию как взаимодействие двух веществ (S_1 , S_2) через поле (Π). В ТП-1: S_1 (преподаватель/администрация) через поле административного контроля (Π_1) воздействует на S_2 (студент) для улучшения качества (полезное действие), но при этом же полем Π_1 создается вредное поле стресса. Задача – либо устранить вредное действие, не убирая полезное, либо найти новое поле (Π_2), которое обеспечит только полезное действие (например, поле мотивации через проектную деятельность).
- Поиск и мобилизация ресурсов системы. Ресурсом в ТРИЗ считается все, что имеется в системе, ее надсистеме, подсистеме, окружающей среде или в отходах, что можно использовать для решения задачи без существенных затрат.

В контексте вузовского социоценоза ресурсы структурируются следующим образом:

1. *Внутренние ресурсы* включают кадровый потенциал (квалификация преподавателей, компетенции сотрудников, активность студенческого сообщества), существующую материально-техническую базу, лаборатории, и т.п. Использование этих ресурсов предполагает поиск возможностей перераспределения, оптимизации или более эффективного применения без увеличения бюджета.

2. *Внешние ресурсы* охватывают партнёрства с другими университетами, научными центрами, IT-компаниями, участие в грантах и международных программах и др. Их анализ позволяет определить, какие элементы внешней среды могут быть привлечены для решения внутренних задач вуза, включая внедрение инноваций и повышение качества образовательных услуг.

3. *Временные ресурсы* отражают возможности перераспределения учебной и административной нагрузки, оптимизации календарных планов, внедрения модульных форм обучения или автоматизации рутинных операций. Корректное использование временных ресурсов способствует ускорению принятия решений,

снижению перегрузки ППС и сокращению времени, затрачиваемого на административные процедуры.

4. *Информационные ресурсы* представлены данными учебного процесса, результатами мониторингов, аналитическими отчётами, статистикой посещаемости, электронными следами обучающихся, а также нормативными документами, внутренними регламентами цифровыми базами знаний и т.п. Их систематизация и анализ позволяют формировать доказательную основу для управленческих решений и выявлять скрытые закономерности функционирования социоценоза.

В таблице А.1 (Приложение В) представлена авторская интерпретация классических приемов разрешения противоречий (по АРИЗ) применительно к задачам управления образовательным социоценозом. Данная систематизация позволяет перевести абстрактные управленческие проблемы на язык структурных преобразований, что является необходимым этапом для последующей формализации и построения алгоритмов работы, в том числе интеллектуального агента.

2.1.3 Постановка задачи диссертационного исследования в терминах ТРИЗ

На основании изложенного, задача управления социоценозом в рамках данного исследования формулируется следующим образом: разработать алгоритм, который для заданного социоценоза, описываемого моделью с выявленными ключевыми параметрами, позволяет:

- Выявить системное ТП образовательного социоценоза, ограничивающее развитие системы по выбранному критерию.
- Сформулировать ИКР для данного ТП и определить ОЗ и ОВ.
- Сгенерировать набор потенциальных управленческих решений на основе применения системного оператора, Веполь-анализа и базы приёмов ТРИЗ, адаптированных к социотехническому контексту.
- Оценить потенциальное влияние каждого из предложенных решений на исходную модель социоценоза (например, на изменение вероятностей в матрице переходов) для выбора наиболее эффективного.

Этот алгоритмизированный подход позволяет перевести процесс управления, основанный на интуиции и опыте, в область системной инженерии, где каждое решение является результатом целенаправленного анализа структуры противоречий и применения проверенных методологических принципов.

2.2 Переход от методологии ТРИЗ к эмпирическим моделям исследования

Методология ТРИЗ предоставляет мощный аппарат для системного анализа противоречий и генерации инновационных решений в управлении социоценозами. Однако её применение в социоценозах сталкивается с фундаментальным вызовом: гипотетические решения, сгенерированные на основе принципов ТРИЗ, требуют эмпирической проверки и количественной оценки последствий до их реализации. В отличие от технических систем, где зачастую можно провести натурный эксперимент или точное моделирование, в социоценозах пробные изменения часто необратимы, затратны и связаны с рисками ухудшения состояния системы.

Это порождает основное противоречие перехода: ТРИЗ-решение должно быть одновременно инновационным и практически реализуемым.

Для разрешения данного противоречия предлагается алгоритм перехода, связывающий качественные выводы ТРИЗ с количественными моделями исследования.

2.2.1 Алгоритм интеграции методологии ТРИЗ с эмпирическими моделями исследования социоценозов

Разработанный алгоритм интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений базируется на итеративном применении инструментов ТРИЗ в сочетании с методами эмпирического моделирования. Алгоритм реализует цикл Деминга–Шухарта [67], адаптированный для работы с социоценозом, где каждое управленческое воздействие рассматривается как попытка разрешить системное противоречие.

Входные данные: массив эмпирических данных о состоянии социоценоза (успеваемость, движение контингента, ранговые распределения, результаты опросов); управленческий запрос (проблемная ситуация).

Выходные данные: управленческое решение P^* , адаптированное под конкретные условия.

Алгоритм состоит из пяти последовательных этапов, реализующих методологию синтезированного управления.

1. ТРИЗ-диагностика проблемной ситуации

Цель этапа – перевести неформализованную управленческую проблему на язык ТРИЗ для последующего инструментального анализа.

1.1. Анализ проблемы и выявление противоречия.

На основе входных данных и экспертных оценок формулируется управленческое противоречие. В контексте социоценоза оно чаще всего проявляется как противоречие между: доступностью образования и качеством

подготовки, индивидуальными траекториями и нормативными сроками обучения, ограниченностью ресурсов и необходимостью охвата большего числа студентов.

Противоречие классифицируется как административное, техническое или физическое (по методологии Г.С. Альтшуллера [27]).

1.2. Формулировка ИКР.

Определяется целевое состояние системы, при котором проблема исчезает при сохранении (или улучшении) всех значимых параметров. Например, студенты сами мотивированно осваивают компетенции в срок, при минимальных затратах ресурсов на контроль.

1.3. Определение ОЗ и ОВ.

Локализуется пространственно-временной участок системы, где возникает конфликт. Например, период сессии для студентов 2 курса технических специальностей.

2. Классификация типа задачи и выбор инструментария

На основе характеристик противоречия и доступных данных система относит задачу к одному из типов и назначает метод решения (таблица 2.1).

Если задача не классифицируется однозначно, применяется комбинация методов (например, цепи Маркова + ABC-XYZ для прогноза «проблемных» групп студентов).

Таблица 2.1 – Классификация управленческих задач образовательного социоценоза и предлагаемый соответствующий инструментарий их решения

Тип управленческой задачи	Применяемый инструментарий	Ссылка на параграф диссертации
Прогнозирование численности и движения контингента	Цепи Маркова, нейросетевые модели (LSTM), статистические модели временных рядов	2.6, 2.7
Оптимизация распределения ресурсов (бюджет, аудиторный фонд, ставки ППС)	ABC-XYZ-анализ, ранговый анализ, принцип Парето	2.4, 2.5

Перенос таблицы 2.1

Оценка устойчивости системы к возмущениям (отсев, внешние влияния)	Ранговый анализ, имитационное моделирование	2.3.2, 2.4
Выявление латентных факторов поведения (выбор вуза, мотивация)	Социологические опросы, корреляционный и факторный анализ	2.3.1

3. Количественный анализ и верификация

3.1. Применение выбранного метода к эмпирическим данным.

Производится расчет параметров модели на исторических данных образовательного социоценоза.

3.2. Оценка достаточности данных.

Если данных достаточно для получения статистически значимого результата (критерии согласия выполнены), осуществляется переход к Этапу 5.

Если данных недостаточно (высокая погрешность, отсутствие репрезентативной выборки) или модель не дает однозначного решения, инициируется Этап 4 – активация ИИ-агента, построенного на базе ТРИЗ.

4. Генерация решений с использованием ИИ-агента (ТРИЗ-генератор)

На данном этапе вступает в работу разработанный интеллектуальный агент, ядром которого является база знаний ТРИЗ и большая языковая модель (LLM), обученная на прецедентах управления социоценозами.

4.1. Генерация множества альтернативных решений.

Агент, используя инструменты ТРИЗ (системный оператор, вепольный анализ, таблицы приемов разрешения противоречий, стандарты на решение изобретательских задач), генерирует множество потенциальных управленческих воздействий: P_1, P_2, \dots, P_n . Каждое решение P_i сопровождается описанием механизма разрешения противоречия и инструментов/каналов для их разрешения.

5. Внедрение и мониторинг

5.1. Адаптация решения P^* (адаптируется под специфику текущего состояния социоценоза – нормативная база, расписание, кадровый состав и т.п.)

5.2. Управленческое воздействие.

Решение внедряется в образовательный процесс (например, корректировка учебных планов, изменение формата работы со студентами группы риска и т.п.).

5.3. Сбор обратной связи и мониторинг.

Осуществляется наблюдение за изменением ключевых показателей социоценоза. Данные мониторинга поступают в базу знаний и при необходимости

инициируют новый цикл алгоритма (переход к Этапу 1), обеспечивая непрерывность адаптивного управления.

2.2.2 Классификация управленческих задач и выбор модельного инструментария

Задача классификации/ прогнозирования поведения агентов системы

В контексте моделирования социоценозов агент – это дискретная, активная сущность, способная принимать решения, взаимодействовать с другими агентами и со средой, и обладающая определённым набором характеристик (атрибутов) и правил поведения.

В зависимости от уровня детализации модели агентами образовательного социоценоза могут выступать:

- Индивидуальные агенты: абитуриенты, студенты, преподаватели и пр.;
- Коллективные агенты: учебные группы, кафедры, факультеты, приёмные комиссии и т.п.;
- Институциональные агенты: университеты, министерства, работодатели.

Контекст: после применения ТРИЗ-приёма необходимо предсказать, как изменится поведение студентов, абитуриентов, преподавателей (например, после изменения формата курсов, введения новой системы мотивации).

ТРИЗ-пример: применён приём «Предварительное действие»: введение адаптационных курсов до начала семестра для снижения отчисления первокурсников.

Эмпирическая модель: Цепи Маркова (см. раздел 2.6). Позволяют смоделировать вероятности перехода агентов между состояниями («абитуриент» → «студент 1 курс» → «отчислен»/«студент 2 курс») до и после вмешательства [7].

Эмпирическая база: исследование, сфокусированное на прогнозировании контингента вуза с использованием статистических и нейросетевых методов [8], [68], показало возможность эффективного предсказания образовательных траекторий. Нейронная сеть, обученная на данных студентов (балл сертификата ЕНТ, форма обучения, успеваемость, место жительства), достигла $MSE \approx 0.062$ на тестовой выборке при прогнозе выпуска/отчисления. Этот результат подтверждает принципиальную возможность количественной оценки последствий управленческих решений, влияющих на данные параметры.

Задачи оптимизации распределения ресурсов

Контекст: ТРИЗ-решение направлено на устранение противоречия между необходимостью повышения качества образовательных услуг и ограниченностью финансовых/кадровых ресурсов.

ТРИЗ-пример: применён приём «Объединение»: объединение ресурсов нескольких кафедр для создания междисциплинарных модулей.

Эмпирическая модель: ABC-XYZ анализ (раздел 2.5) и принцип Парето. Позволяет классифицировать образовательные программы по вкладу в ключевые показатели (доход, трудоустройство, научная активность) и стабильности набора, перенаправив ресурсы с низкоэффективных («X» и «Z») программ на высокоперспективные («A» и «B») [69].

Эмпирическая база: В работе автора [70] адаптация метода управления товарно-материальными ценностями к задаче идентификации популярных образовательных программ подтвердила возможность использования такого подхода для принятия решений о перераспределении ресурсов в условиях неопределённости (например, во время пандемии COVID-19).

Задачи оценки влияния факторов и динамики системы

Контекст: Необходимо оценить комплексное влияние нескольких внедряемых изменений (ТРИЗ-решений) на систему, учесть их взаимное усиление или ослабление.

ТРИЗ-пример: Одновременное применение приёмов «Обратная связь» (внедрение мониторинга успеваемости) и «Предварительное действие» (подготовительные курсы).

Эмпирическая модель: Системная динамика и фильтр Калмана. Позволяют построить имитационную модель системы с обратными связями и оценить её отклик на управляющие воздействия во времени.

Эмпирическая база: В исследовании по моделированию системы оценки качества профориентации автором было проведено имитационное моделирование в среде Matlab/Simulink R2017b с использованием фильтра Калмана [71]. Модель позволила сравнить шесть сценариев влияния различных факторов (работа агитатора, подготовительные курсы, мнение родителей и пр.) на процесс выбора вуза абитуриентом. Результаты показали, что система становится наиболее устойчивой и приводит к наилучшим результатам при сценарии с подготовительными курсами, учитывающими уровень подготовки. Это является прямым примером верификации оптимальности ТРИЗ-подхода («Предварительное действие») с помощью количественной динамической модели.

Предложенная методологическая цепочка «ТРИЗ-Модель-Верификация» обеспечивает строгий, повторяемый алгоритм для обоснования управленческих решений, сочетающий силу системного творческого мышления с точностью количественного анализа. Эмпирические исследования автора диссертационного исследования подтверждают работоспособность данного подхода.

2.3 Эмпирическое исследование и моделирование процесса профессионального самоопределения абитуриентов как объекта управления

Для верификации теоретических построений, основанных на методологии ТРИЗ, и перехода к конструктивным алгоритмам управления социоценозом, было проведено эмпирическое исследование. Его целью являлась идентификация и ранжирование ключевых факторов, определяющих поведение агентов в рамках конкретного образовательного социоценоза на этапе его формирования – в процессе выбора абитуриентами вуза. Для этого необходимо решить две взаимосвязанные задачи.

Во-первых, требуется идентифицировать и количественно оценить факторы, детерминирующие поведение агентов исследуемого социоценоза. Без понимания реальных мотивов абитуриентов и студентов любое управленческое решение, даже найденное с помощью ТРИЗ, рискует оказаться неэффективным. Во-вторых, необходимо подобрать математический и алгоритмический аппарат, который позволит не только описывать текущее состояние системы, но и прогнозировать его динамику.

2.3.1 Результаты социологического исследования факторов выбора вуза

Объектом исследования выступили обучающиеся первого курса ФИЦТ СКГУ им. М. Козыбаева и студенты Высшего колледжа им. М. Жумабаева. Объем выборочной совокупности составил 132 респондента (анкета приведена в Приложении Г).

На первом этапе была проанализирована структура источников информации, используемых абитуриентами (таблица 2.2). Результаты показали доминирование неформальных каналов коммуникации: рекомендации родителей и родственников (23%), мнения знакомых (16%) и одноклассников (15%). Интернет-источники (сайты и соцсети, ИИ-помощь – LLM, чат-боты, рекомендательные сервисы) заняли вторую позицию (18%). Примечательно, что традиционная реклама (щиты, СМИ) оказалась наименее значимой, что указывает на необходимость корректировки управленческих воздействий в части информационной политики вуза с учетом выявленных латентных предпочтений целевой группы.

Таблица 2.2 – Результаты проведения опроса об источниках получения информации о вузе/колледже абитуриентами

Источник	%
Родители, родственники	23
Интернет-источники	18

Перенос таблицы 2.2

Знакомые	16
Одноклассники	15
Агитаторы учебных заведений	12
Учителя школ	12
Реклама	3
Другое	1

На втором этапе для выявления латентных факторов, влияющих на принятие решения о выборе места обучения, был применен метод анкетирования с использованием шкалы Лайкерта, позволяющей количественно оценить субъективные мнения и установки респондентов. Данный инструмент широко применяется в социальных, образовательных и управленческих исследованиях благодаря своей простоте, наглядности и высокой надежности при измерении латентных характеристик [72].

Исследование предполагало оценку респондентами по 5-балльной шкале значимости двенадцати предварительно сформулированных суждений-факторов, таких как «Организация учебной и внеучебной деятельности», «Престижность вуза», «Наличие гранта» и др. Для обработки результатов и сокращения размерности данных использован факторный анализ (метод главных компонент):

- Полностью согласен – 5, согласен – 4, нейтральное отношение – 3, не согласен – 2, полностью не согласен – 1.
- Всегда – 5, очень часто – 4, иногда – 3, редко – 2, никогда – 1.

Очень важно – 4, важно – 3, в некоторой степени важно – 2, неважно – 1 [73].

С применением факторного анализа на основе метода главных компонент были выделены ключевые факторы, влияющие на процесс выбора образовательной организации абитуриентами. Перечень анализируемых факторов:

1. «Организация учебной и внеучебной деятельности» (наличие современных лабораторий, высококвалифицированных специалистов, организация внеучебной деятельности, возможность участия в различных проектах, возможность получения дудипломного образования);
2. «Получение диплома государственного образца и престижность учебного заведения»;
3. «Наличие государственного гранта»;
4. «Влияние агитаторов по профориентации»;
5. «Широкий выбор образовательных программ»;
6. «Мнения родителей, учителей, знакомых»;
7. «Это наша семейная традиция»;

8. «Удобное расположение учебного заведения»;
9. «Обеспечение жильем (студенческие общежития)»;
10. «Размер платы за обучение»;
11. «Нежелание служить в армии»;
12. «Высокий процент трудоустройства по специальности».

В рамках исследования была сформулирована гипотеза о наличии латентных факторов, общих для совокупности абитуриентов и оказывающих влияние на выбор высшего учебного заведения. Для обоснования возможности применения факторного анализа использовался критерий адекватности выборки Кайзера–Мейера–Олкина (КМО). Все статистические расчёты были выполнены с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics 26 (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Результаты проверки на применимость факторного анализа

КМО и критерий <u>Бартлетта</u>		
Мера адекватности выборки Кайзера-Майера-Олкина (КМО).		0,776
<u>Критерий сферичности Бартлетта</u>	Примерная Хи-квадрат	251,755
	<u>ст.св.</u>	66
	<u>Значимость</u>	0,000003

Анализ представленных в таблице данных показывает, что значение показателя КМО, равное 0.776, превышает пороговое значение 0.5, что свидетельствует о допустимости применения факторного анализа. Кроме того, результаты критерия сферичности Бартлетта подтверждают статистическую значимость выявленных связей ($p\text{-value} < 0.05$), что позволяет отклонить нулевую гипотезу о диагональности корреляционной матрицы и обосновывает возможность построения факторной модели.

Итоги анализа, выполненного с использованием метода главных компонент, представлены в таблицах 4,5.

В анализ были включены главные компоненты, суммарный вклад которых в общую дисперсию превышает 60%. В результате применения метода главных компонент было выделено четыре фактора, обеспечивающих объяснение 66% общей дисперсии исходных данных (таблица 2.4). Интерпретация выявленных факторов осуществлялась на основе матрицы компонент (таблица 2.5), в рассмотрение включались факторные нагрузки, значения которых превышали 0.5.

Таблица 2.4 – Результаты проведения компонентного анализа

Объясненная совокупная дисперсия									
Комп онент	Начальные собственные значения			Извлечение суммы квадратов нагрузок			Ротация суммы квадратов нагрузок		
	Всего	% дисперсии	Суммар ный %	Всего	% дисперсии	Суммар ный %	Всего	% дисперсии	Суммарный %
1	3,284	27,369	27,369	3,284	27,369	27,369	2,289	19,076	19,076
2	1,977	18,474	45,843	1,977	18,474	45,843	2,033	18,938	38,014
3	1,376	11,465	57,308	1,376	11,465	57,308	2,008	16,734	54,748
4	1,079	8,992	66,299	1,079	8,992	66,299	1,386	11,551	66,299
5	0,906	7,552	73,852						
6	0,706	4,883	78,735						
7	0,608	4,067	82,802						
8	0,542	4,520	87,322						
9	0,523	4,356	91,678						
10	0,429	3,575	95,253						
11	0,311	2,593	97,846						
12	0,259	2,154	100,000						

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

Таблица 2.5 – Матрица компонентов

Матрица компонентов				
	Компонент			
	1	2	3	4
Фактор1	0,542	0,025	0,452	-0,245
Фактор2	0,608	0,143	0,462	-0,240
Фактор3	0,339	0,035	0,710	0,386
Фактор4	0,302	0,621	-0,352	-0,211
Фактор5	0,718	-0,082	-0,158	-0,347
Фактор6	0,263	0,714	0,039	-0,077
Фактор7	0,474	0,695	-0,430	0,286
Фактор8	0,567	-0,111	-0,058	-0,379
Фактор9	0,741	-0,326	-0,138	0,250
Фактор10	0,596	-0,359	-0,170	0,391
Фактор11	0,074	0,477	0,150	0,608
Фактор12	0,610	-0,307	-0,209	0,184

Метод выделения факторов: метод главных компонент.
Извлечено компонентом - 4

В результате проведения компонентного анализа были выделены четыре ключевых фактора, определяющих выбор образовательной траектории.

Фактор 1 («Организация учебной деятельности и престиж вуза»). Данный фактор, объясняющий 19% общей дисперсии, объединяет характеристики, непосредственно связанные с академической и инфраструктурной средой университета. В него вошли следующие переменные: качество организации учебного и внеучебного процессов (включая наличие современных лабораторий, высококвалифицированных специалистов, проектной деятельности и возможности

получения двойного диплома), престижность учебного заведения и государственный статус диплома, широта спектра образовательных программ, удобство территориального расположения, обеспеченность студенческим жильем, стоимость обучения, а также высокий процент трудоустройства выпускников.

Фактор 2 («Рекомендации по выбору вуза»). Второй по значимости фактор, объясняющий 18.9% дисперсии, отражает влияние социального окружения на принятие решения. Он включает такие переменные, как воздействие профориентационных агентов, а также мнения родителей, школьных учителей и знакомых, а также следование семейной традиции.

Фактор 3 («Наличие государственного гранта»). Третий фактор, объясняющий 16.7% дисперсии, представлен единственной, но существенной переменной – возможностью обучения за счет государственного образовательного гранта.

Фактор 4 («Нежелание служить в армии»). Четвертый фактор (11.6% дисперсии) также выражен одной переменной, которая связана с мотивацией отсрочки от службы в вооруженных силах РК.

Визуализация результатов компонентного анализа представлена на рисунке 2.1.

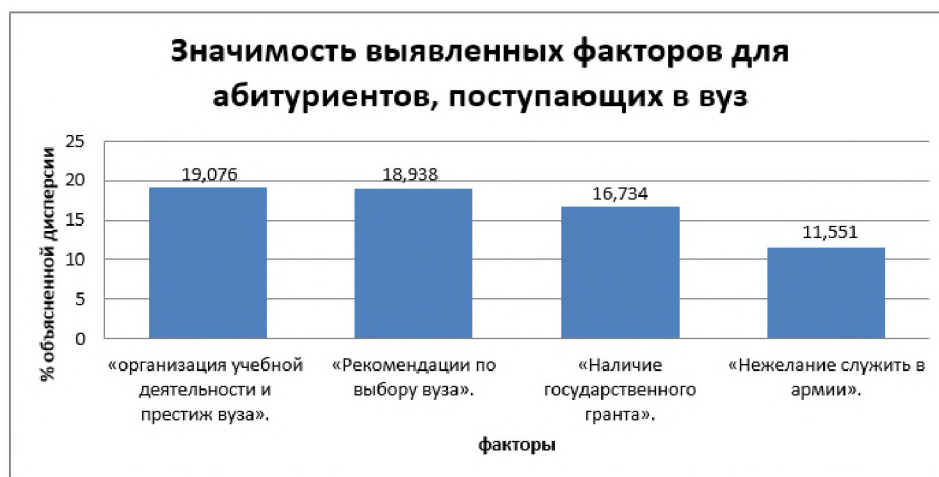


Рисунок 2.1 – Факторная карта по результатам компонентного анализа

2.3.2 Концептуальное и имитационное моделирование процесса поступления абитуриентов

Полученные в ходе опроса эмпирические данные (раздел 2.3.1) позволяют перейти от статистического описания к построению динамической модели, отражающей влияние этих факторов на траекторию абитуриента во времени.

Процесс подготовки и поступления в вуз (ППвВУЗ) представляет собой сложную социотехническую систему, функционирующую в условиях высокой

неопределённости и многокритериальности. «Некоторые плановые индикативные показатели СКУ содержат долю неопределенности в силу неточности входной-выходной информации относительно, например, таких индикаторов: «выбор абитуриентом университета и направления обучения; выбор между обучением на платной или бюджетной основе; значимость и востребованность на перспективном рынке труда; влияние родителей и администрации школ на выбор профессии абитуриентом и т.д. Основная трудность планирования таких показателей в том, что нереально точными числами (или однозначными утверждениями) в полной мере отразить степень влияния факторов внешней среды при формировании индикативных показателей» [74].

Повышение эффективности профориентационной деятельности вуза требует формализации процессов выбора и поступления как управляемой динамической системы. Трудности решения возникающих проблем связаны со сложностью изучения процессов/систем, порождающих проблемы, такие, например, как:

- демографическая составляющая объемов набора контингента обучающихся (и ее ориентирующие количественные оценки, тем более – прогноз);
- постоянно действующий неустранимый «географический» фактор – дорогая и сложная логистика (оценка его влияния, тем более – в условиях форс-мажора, например, пандемии);
- дефицит абитуриентов нужного профиля (критерии выбора/отбора сужаются, тем более – в условиях реформирования и частого изменения правил поступления/зачисления).

Необходимо отметить, что в исследовании термин «устойчивость» используется в двух уровнях интерпретации:

1. в строгом математическом смысле – при анализе линеаризованной модели;
2. в структурно-сценарном смысле – при описании устойчивости конфигурации обратных связей в имитационной модели.

В исследованиях, проводимых в НАО «Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева», рассматриваются различные подходы к перенастройке системы управления вузом, в том числе с опорой на когнитивные и математические модели. [75].

Использование Теории решения изобретательских задач/Алгоритма решения изобретательских задач (ТРИЗ/АРИЗ) в данном контексте связано с выявлением противоречия между необходимостью обеспечения устойчивости траектории ППвВУЗ и ростом затрат на её детальную регламентацию и контроль.

Одна из возможностей снятия противоречия – перевод элементов (шагов по достижению результата) ППвВУЗ в игровую форму (геймификация и виртуализация), обеспечивающую рост мотивации на каждом временном отрезке (и масштабе) самого поступающего (в пределах именно его ресурса). Подробная раскладка «порций» информации и наличие актуальных контролирующих

материалов намного более реальна с привлечением автоматизированных компьютерных технологий: возможны как снижение трудоемкости и затратности, так и перенос их в иную по статусу социотехническую реальность (например, перенос взаимоотношений в социальные сети, вплоть до виртуализации поступающего и консультирующего в аватары (боты социальной сети)).

Следует отметить, что применение ТРИЗ в данном контексте направлено на выявление и формализацию противоречий, возникающих в структуре системы ППвВУЗ. В то время как ТРИЗ позволяет определить точки напряжения и потенциальные направления преобразования системы, аппарат теории автоматического управления используется для анализа динамических последствий выбранных структурных решений. Таким образом, ТРИЗ используется как инструмент выявления и формализации системных противоречий на этапе проектирования структуры ППвВУЗ, тогда как аппарат теории автоматического управления (ТАУ) применяется для анализа динамических свойств уже сформированной структурной конфигурации. Иными словами, ТРИЗ отвечает на вопрос «что необходимо изменить в структуре системы», а теория автоматического управления – к каким динамическим последствиям приведёт выбранная конфигурация обратных связей. Данное разграничение исключает методологическое смешение эвристического и формализованного уровней анализа. В данном исследовании указанные подходы рассматриваются не как конкурирующие, а как взаимодополняющие уровни методологического анализа: эвристический и формализованный.

Модели организации ППвВУЗ с контролем качества профессиональной ориентации на конкретную специальность и ВУЗ (в части *hard&soft skills*) опираются на количественные и качественные (нормативные) показатели с использованием математических и прикладных статистических методов. Еще один вариант перенастройки ППвВУЗ в качестве основной идеи моделирования рассматривает приближение формируемой в сознании привлекаемого к процессу динамической модели предлагаемого/воспринимаемого материала к модели, выстроенной на основе предыдущей статистики по аналогичным направлениям в том же, или сопоставимом по категории ВУЗе. Приведение в соответствие/приближение формируемой модели «готовности» к «нормативной» предполагает выявление входных и выходных параметров, определяющих структуру и функционирование ППвВУЗ.

С учетом вышеизложенного, предлагается динамическая модель ППвВУЗ [71], позволяющая исследовать структурные свойства системы с позиций управляемости, наблюдаемости и устойчивости. При этом доминирующей позицией модели остается содержательный контекст профориентационной деятельности и возможность идентификации ситуации в целом.

Модель строится в рамках системного описания (1):

$$S = \langle M_a, M_b, P_0 = (M_a, M_b) \rangle \quad (1)$$

где

M_a – подмодель поведения рассматриваемой системы во времени и пространстве параметров $M_a = \langle x, y, z, f, g \rangle$ (динамическая подмодель, описывающая поведение абитуриента во времени);

$x=x(t)$ – вектор входного сигнала (факторы внешней среды, влияющие на абитуриента: профориентационные мероприятия, действия конкурентов, информационные потоки);

$y=y(t)$ – вектор сигнала на выходе (результат – решение абитуриента подать документы именно в рассматриваемый вуз);

$z=z(t)$ – вектор описывающий состояние подмодели (внутренние характеристики абитуриента: его уровень подготовки, мотивация, информированность);

f и g – операторы, задающие поведение системы (связи последующих значений x, y, z с предыдущими);

M_b – подмодель идентификации структурных особенностей системы (например, тип абитуриента – школьник или выпускник колледжа);

$P_0=(M_a, M_b)$ – предикат целостности, фиксирующий согласованность структурной и динамической подмоделей и задающий функциональное назначение системы (т.е. логическое условие – определяющее достигла ли система своей цели, состоялось ли поступление).

В общем случае модель имеет нелинейный характер, т.е. подмодель M_a может быть представлена нелинейной формой:

$$\begin{aligned}y(t) &= g(z(t), x(t)), \\ z(t) &= f(z(t_0), x(\tau)), \text{ где } \tau \in [t_0, t]\end{aligned}$$

Однако для анализа структурных свойств системы используется её линеаризованное или изначально линейное представление (2) в пространстве состояний:

$$\begin{aligned}\dot{z}(t) &= Az(t) + Bx(t), \\ y(t) &= Cz(t),\end{aligned}\tag{2}$$

$$z \in R^n, x \in R^m, y \in R^k, A \in R^{n \times n}, B \in R^{n \times m}, C \in R^{k \times n},$$

где матрицы A, B, C определяются в окрестности выбранной рабочей точки.

Например, исследование поведения системы в окрестности усреднённого состояния абитуриентского контингента позволяет применять строгие методы анализа устойчивости, управляемости и наблюдаемости.

Таким образом, линеаризация рассматривается как локальное приближение динамики социотехнической системы и применяется преимущественно для исследования управляемости, наблюдаемости и устойчивости, выступая аналитической базовой моделью по отношению к расширенным имитационным конфигурациям (например, динамические свойства процесса выбора и поступления в вуз). Матрица A при этом описывает внутреннюю динамику системы (как абитуриент «сам по себе» меняет свое решение), матрица B – чувствительность к

внешним воздействиям, а матрица C – то, как внутреннее состояние проявляется в наблюдаемом результате.

Линеаризация не интерпретируется как утверждение линейности поведения субъекта, т.к. моделируется динамика потоков, а не поведение отдельных людей. Процесс поступления описан агрегированно: число выпускников, их реакции на профориентацию, влияние агитаторов и родителей, внешние факторы.

Следует подчеркнуть, что дальнейшее имитационное моделирование может включать элементы, выходящие за рамки строгой линейной постановки (интегрирующие звенья, адаптивные коэффициенты, стохастические воздействия). В этом случае линейная модель выступает как эталонная структура, относительно которой оценивается изменение динамических свойств системы.

В рамках линейной базовой модели чувствительность системы к внешним воздействиям может анализироваться на основе принципа суперпозиции, согласно которому отклик на совокупность воздействий представляется как линейная комбинация частных откликов. При переходе к расширенной модели с интегрирующими, нелинейными или стохастическими блоками данное свойство рассматривается как локальное приближение.

В линейной постановке формулируются вопросы управляемости системы; уместны к обсуждению вопросы наблюдаемости; может быть изучен вопрос устойчивости системы (известный факт теории автоматического управления).

Оценка эффективности линеаризованной модели на каждом этапе процесса зачисления производится с помощью:

- Ретроспективного анализа: после успешного завершения этапа всеми участниками, на основе их реальных (фактических) образовательных траекторий концептуально оценивается степень управляемости и наблюдаемости системы на основе анализа динамики её состояния и отклика на управляющие воздействия. При этом ключевое значение имеет различие индивидуальной траектории (формально идентифицируемой) и уникальной траектории, характеризующейся обретением субъектом особых компетенций и способности к принятию решений в ключевых точках процесса.
- Активного эксперимента: путем постановки и интерпретации по координатных «импульсных» экспериментов с целью анализа реакции системы на элементарные воздействия и оценки её структурных характеристик на соответствующих интервалах.

Содержательное наполнение указанных процедур определяется прогнозной моделью M_b , которая задает размерность и структуру матриц состояния, управления и наблюдения (A , B , C) на каждом интервале. При этом общий предикат целостности системы $P_0=(M_a, M_b)$ должен учитывать степень свободы выбора всех участников процесса. Данное обстоятельство, с одной стороны, ограничивает универсальную применимость модели для конкретной группы, но с другой – открывает перспективы в рамках теории стохастического управления, поскольку

позволяет корректно учитывать неизбежные стохастические и детерминированные возмущения, возникающие в процессе.

Эффективное проектирование систем управления предполагает обязательную идентификацию контуров, выступающих генераторами системных проблем, которые рекурсивно снижают общую производительность. В контексте задачи подготовки и поступления в вуз таким контуром, в частности, может являться процесс выбора абитуриентом образовательной организации и программы обучения, поскольку ошибочное решение на этом этапе определяет последующую неэффективность всей траектории. Следовательно, критически важным этапом является обнаружение данного контура и разработка механизмов целенаправленного воздействия на него. В настоящем исследовании для решения этой задачи применены принципы ТАУ, адаптированные к специфике образовательных социоценозов.

Учитывая высокую степень влияния рекомендательных механизмов на выбор вуза, проведено имитационное моделирование процесса ППвВУЗ с учетом воздействия разнородных внешних и внутренних факторов. Моделирование выполнено в среде MATLAB Simulink, где была разработана структурная схема системы ППвВУЗ. Модель предусматривает подачу на вход системы зашумленного входного сигнала, что позволяет исследовать динамику поведения системы (траектории абитуриента) под влиянием возмущающих факторов. Архитектура модели включает блоки обратной связи, формирующие корректирующие управляющие воздействия на объект управления (абитуриента). Аналогией в практической плоскости может служить привлечение репетитора, который, анализируя прогресс, адаптирует программу подготовки, тем самым стабилизируя траекторию к целевой. Для работы с помехами в модели реализована возможность наложения шума и последующей фильтрации, в том числе с использованием фильтра Калмана.

Следует подчеркнуть, что линейная форма модели не означает постулирования линейности человеческого поведения. Линеаризация применяется как математический приём локального анализа динамики в окрестности выбранного режима функционирования. Передаточная функция в структурной схеме Simulink отражает свойства линеаризованной подсистемы, используемой для исследования управляемости и устойчивости. Нелинейные поведенческие эффекты интерпретируются как возмущения или как элементы, вводимые через специальные нелинейные блоки (Saturation, Switch и др.) при анализе предельных режимов. Таким образом, линеаризация модели из которой следует линейная передаточная функция аргументирована.

Линеаризация используется как стандартная процедура ТАУ, обеспечивающая возможность анализа устойчивости, управляемости и чувствительности модели, а также удобство имитационной реализации в среде MATLAB Simulink

О характере полученных графиков

При интерпретации результатов имитационного моделирования следует учитывать, что форма переходных процессов определяется не только аналитической линейной постановкой, но и конкретной структурной конфигурацией модели в среде MATLAB Simulink.

В представленных сценариях профессионального выбора модель динамики системы формируется каскадным соединением апериодических звеньев первого порядка, интегрирующих элементов, сумматоров, контуров обратной связи и стохастических воздействий. В результате результирующая передаточная функция системы может иметь порядок выше первого, что закономерно отражается в характере переходных процессов.

При анализе результатов моделирования следует учитывать, что «негладкость» траекторий может быть обусловлена дискретизацией, использованием блоков удержания, интегрирующих звеньев и стохастических воздействий.

Таким образом, негладкость графиков не свидетельствует о некорректности модели или вычислительном сбое, а отражает особенности дискретной реализации динамики, стохастический характер входных воздействий, а также наличие структурных нелинейностей. В случае использования непрерывной линейной модели с переменным шагом интегрирования и отсутствием шума выходная траектория является гладкой, что подтверждает корректность численной реализации.

Анализ режимов функционирования системы

1. Автономный режим

В отсутствие корректирующей обратной связи (автономный режим функционирования системы) наблюдается повышенная чувствительность к возмущениям. Результаты моделирования демонстрируют рост отклонений состояния и высокий уровень шума в выходном сигнале, что подтверждает уязвимость нерегулируемого процесса (рисунок 2.2). Как отмечено в литературе [76], задача оптимальной фильтрации в условиях косвенных наблюдений эффективно решается вычислительными алгоритмами, не требующими специализированной аппаратуры. Последующее моделирование для подавления шумов и повышения точности оценки состояния системы было проведено с использованием фильтра Калмана, который обеспечивает статистически оптимальную оценку в условиях неопределенности.

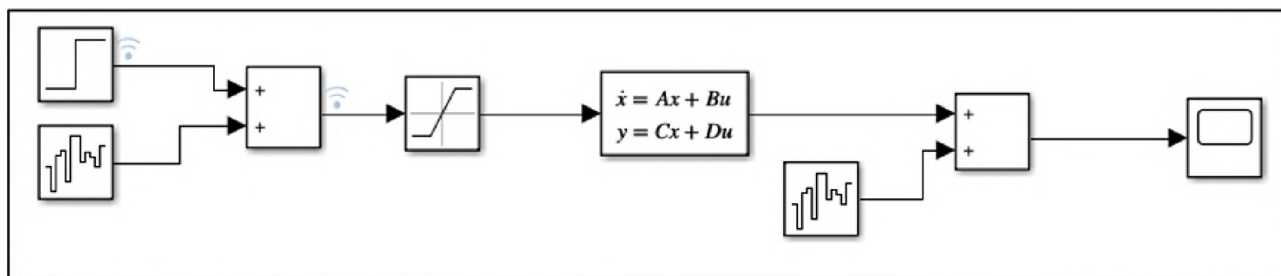


Рисунок 2.2 – Имитационная модель процесса поступления в вуз без учета внешнего влияния

2. Введение профориентационного агента

В целях повышения управляемости процессом в модель был введен дополнительный управляющий агент – представитель университета (агитатор). Его задачей является проведение профориентационных мероприятий с группой – информирование о вузе и образовательных программах, а также распространение рекламных материалов с контактами приемной комиссии.

Добавление управляющего воздействия (агитатор вуза) расширяет область асимптотической устойчивости. Система становится менее чувствительной к шуму (рисунок 2.3).

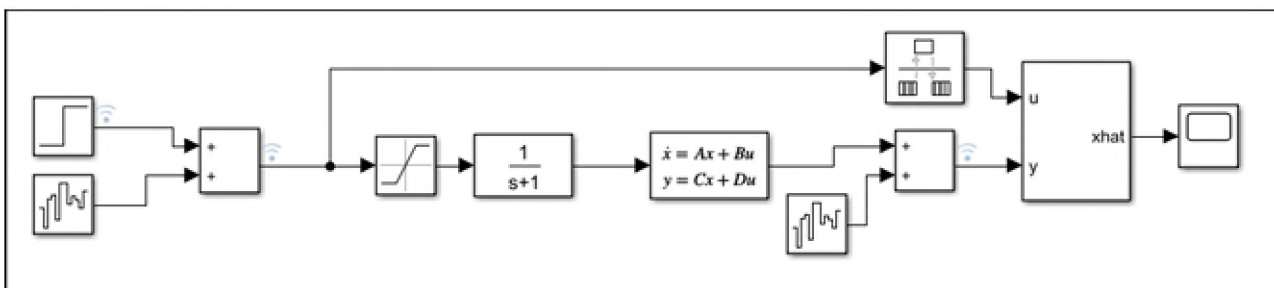


Рисунок 2.3 – Стабилизация системы при введении агента-агитатора университета

3. Модель выпускника колледжа

В качестве абитуриента была рассмотрена модель выпускника колледжа, уже имеющего определённую выбранную специализацию. В систему было введено инерционное звено с коэффициентом усиления, равным 1 (рисунок 2.4). На данное звено также воздействует агент-агитатор университета.

Введение инерционного звена отражает предварительную профессиональную определённость. Эффект выражается в уменьшении амплитуды колебаний, но без радикального изменения структурных свойств системы.

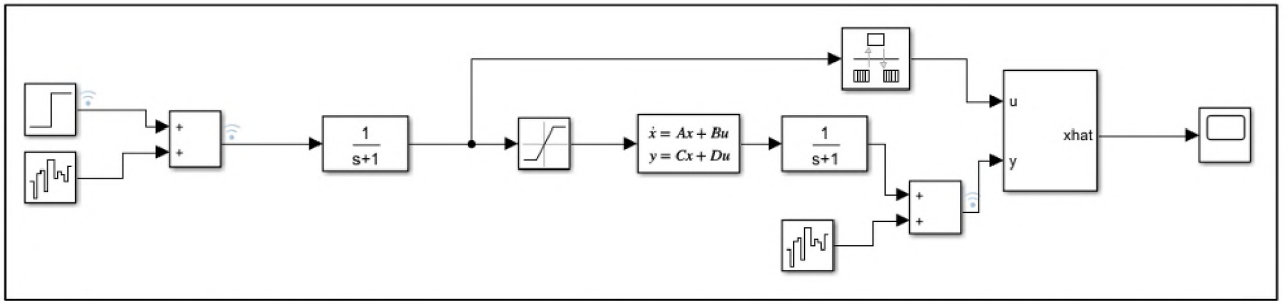


Рисунок 2.4 – Модель выпускника колледжа с интегрированным в систему агитатором вуза

4.Посещение университетских курсов

Для моделирования абитуриента, уже выбравшего специализацию, введён следующий сценарий: в последний год школьного обучения он посещает университетские подготовительные курсы. Ключевой особенностью данной модели является адаптивная обратная связь: преподаватели корректируют учебную программу на каждом этапе, учитывая текущий уровень подготовки слушателей. Результаты моделирования (рисунок 2.5) показывают стабилизацию системы и увеличение вероятности осознанного и окончательного выбора вуза и программы у абитуриента.

Введение адаптивной обратной связи приводит к стабилизации траектории. Математически это проявляется в снижении амплитуды отклонений и ускорении затухания переходных процессов, что интерпретируется как повышение устойчивости системы.

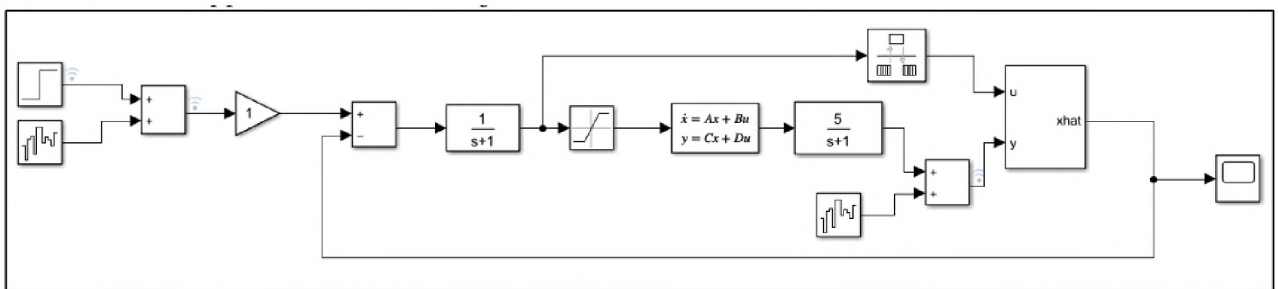


Рисунок 2.5 – Модель академической адаптации абитуриента через посещение университетских курсов

5. Родительское давление

Родительское влияние, являясь ключевым фактором в профессиональном самоопределении абитуриента, может носить и деструктивный характер. Это происходит, когда выбор профессии совершается не на основе личных склонностей выпускника, а становится проекцией нереализованных родительских ожиданий. Данный эффект внешнего давления схематично представлен на рисунке 2.6 –

добавление подобной «дополнительной связи» выводит систему из равновесия и приводит к её коллапсу.

При моделировании родительского давления как дополнительной положительной обратной связи возможно смещение системы к границе устойчивости. В линейной модели это проявляется в росте отклонений; при введении нелинейных элементов (например, насыщения) возможна потеря устойчивости равновесия.

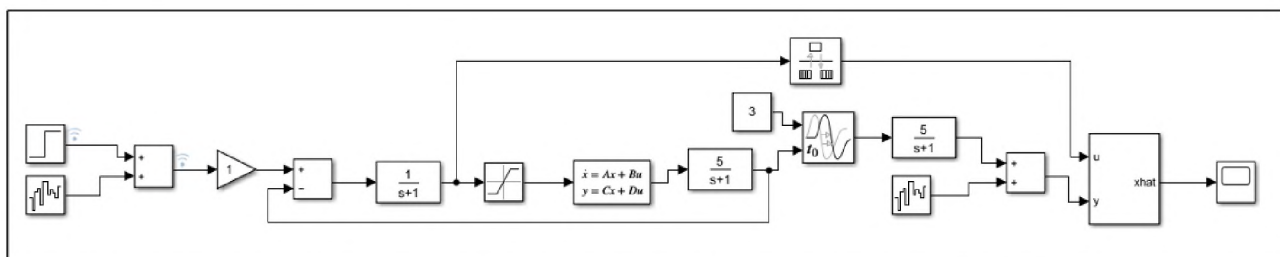


Рисунок 2.6 – Расширенная модель с фактором родительского воздействия

6. Конкурирующие внешние воздействия

Введение альтернативного профориентационного актор формирует конфликт контуров управления, что приводит к увеличению неопределённости состояния и росту чувствительности системы.

Внешний профориентационный актор в модели (консультант из другого вуза) действующий после того, как профессиональный выбор абитуриента уже состоялся, создаёт эффект отсроченного конфликтного воздействия. Результатом является нарастающая дисгармония в системе, приводящая к росту неопределённости состояния и снижению устойчивости рассматриваемого режима функционирования (рисунок 2.7).

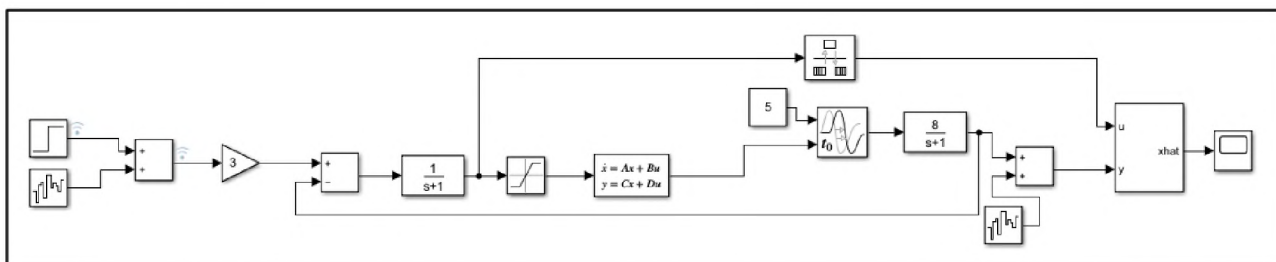


Рисунок 2.7 – Интеграция в модель актора стороннего вуза (консультант по профориентации)

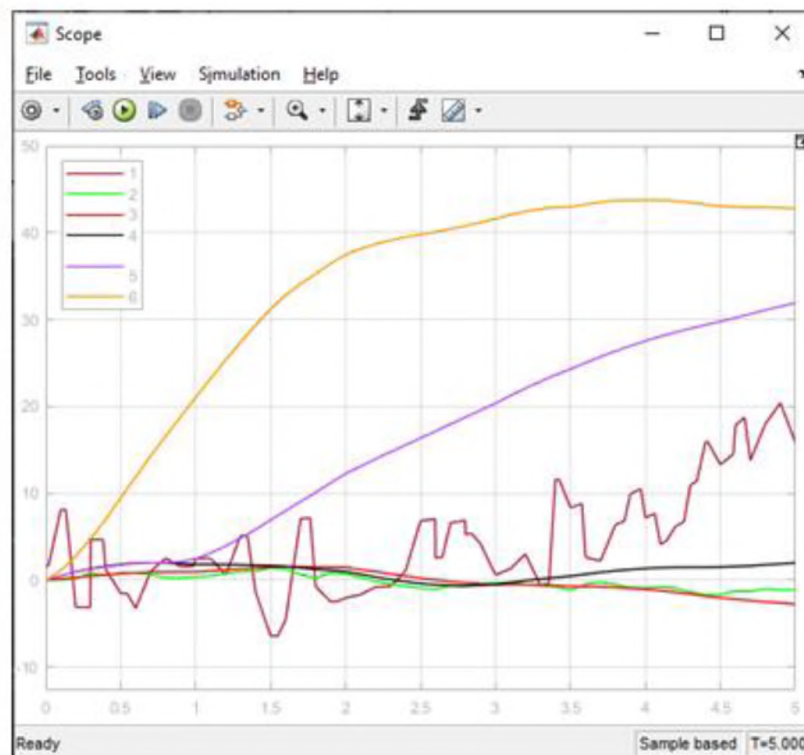


Рисунок 2.8 – Моделирование влияния возмущающих факторов на динамику процесса

Моделирование и симуляция

Таким образом, имитационное моделирование в среде MATLAB Simulink позволило выявить чувствительные контуры системы ППВУЗ и проанализировать влияние различных типов обратных связей на устойчивость траектории профессионального выбора. Особое значение имеет обнаружение контуров, выступающих генераторами системных проблем (в частности, контур ошибочного профессионального выбора по совету родителей/друзей и пр.), поскольку именно они детерминируют снижение эффективности всей последующей образовательной траектории. Модель позволяет идентифицировать данные контуры и оценить последствия их структурной конфигурации.

Учитывая значительное влияние рекомендательных механизмов на профессиональный выбор, в разработанной модели были варьированы параметры внешних воздействий и конфигурации обратных связей. На вход системы подавался зашумлённый сигнал, что позволило исследовать динамику поведения модели в условиях неопределённости. В блоках обратной связи формировались корректирующие управляющие воздействия (аналогом в реальной практике выступает, например, работа репетитора или профориентатора, адаптирующего образовательную траекторию). Для анализа влияния стохастических факторов использовались процедуры фильтрации, включая фильтр Калмана.

Анализируя поведение системы при заданных параметрах, можно сделать следующий вывод: система демонстрирует устойчивый режим функционирования, что интерпретируется как формирование определённости профессионального выбора при посещении курсов, организованных вузом по имеющимся образовательным программам. С точки зрения содержательной интерпретации это означает снижение неопределённости состояния за счёт восполнения образовательных дефицитов, получения регулярной обратной связи и включённости в академическую среду.

Введение дополнительных внешних контуров воздействия (родительское давление, альтернативные профориентационные акторы) приводит к росту колебаний состояния системы и снижению устойчивости выбранного режима. В динамической интерпретации это выражается в увеличении чувствительности к возмущениям и усилении неопределённости траектории профессионального выбора.

Сущность вышеизложенного сводится к тому, что университетам следует основательно подходить к разработке профориентационных мероприятий, принимая во внимания полученные результаты исследований. Рассматриваемые сценарии устойчивости профессионального выбора имеют не только внутрисистемное значение (в рамках ППвВУЗ), но и внешнюю социально-экономическую проекцию. Конечной целью устойчивой образовательной траектории является не только академическая результативность, но и успешная интеграция выпускника в рынок труда.

Эффективная профориентация, таким образом, выступает важнейшим первым шагом на пути к высокой конкурентоспособности выпускника. Эмпирическим подтверждением значимости ранней устойчивости профессионального выбора служат данные по трудоустройству выпускников. Согласно результатам рейтинга образовательных программ организаций высшего и послевузовского образования РК за 2025 год, представленным Национальной палатой предпринимателей Республики Казахстан «Атамекен», общий уровень трудоустройства выпускников составил 84%. Наиболее высокие показатели зафиксированы в отраслях, обеспечивающих экономическую устойчивость страны – сельском хозяйстве, ветеринарии, инженерных и естественно-научных направлениях, а также в горнодобывающем и металлургическом секторах [77].

Таким образом, результаты моделирования подтверждают, что структурная оптимизация системы профориентации способствует повышению устойчивости образовательных траекторий и, как следствие, усиливает конкурентные позиции вуза на образовательном рынке.

Границы применимости теории автоматического управления к социотехническим системам

Принципиально важно подчеркнуть, что перенос аппарата теории автоматического управления (ТАУ) в область анализа социотехнических систем

требует эпистемологической осторожности. Речь идет не о редукции человеческого поведения к механистической модели, а об использовании формализованного языка динамики для анализа структурных свойств взаимодействий. Использование аппарата ТАУ при анализе ППвВУЗ носит инструментально-методологический характер и требует явного обозначения границ его применимости к социотехническим системам.

1. Различие технических и социотехнических систем

В технической системе:

- объект управления пассивен.
- Цели заданы извне.
- Параметры инвариантны.

В социотехнической системе (в том числе социоценозе):

- объект является субъектом.
- Цели могут изменяться.
- Присутствует рефлексия и адаптация.
- Параметры носят вероятностный характер.

Данное различие носит не частный, а принципиальный характер: в социотехнической системе субъект управления одновременно является носителем внутренних целей и источником возмущений, что принципиально отличает её от классического объекта автоматического регулирования.

Следовательно, применение ТАУ возможно только при следующих ограничениях:

- Линеаризация допустима исключительно как локальное приближение динамики в окрестности выбранного режима функционирования.
- Устойчивость трактуется как устойчивость сценария развития при заданной структуре обратных связей, а не как жесткая детерминированность поведения субъекта.
- Управляемость интерпретируется как возможность влияния на структуру условий принятия решений, а не как манипулируемость субъекта.
- Наблюдаемость ограничена доступностью эмпирически измеримых индикаторов состояния системы.

2. Стохастический характер системы

Возмущения носят как детерминированный, так и стохастический характер, что требует интерпретации динамики системы в вероятностно-сценарном контексте. Поэтому интерпретация результатов должна учитывать элементы стохастического управления и фильтрации (в частности, использование фильтра Калмана).

3. Ограниченность прогностической силы

Модель позволяет:

- выявлять структурные контуры риска;
- анализировать влияние типов обратной связи;

- сравнивать сценарии.

Модель не позволяет:

- детерминированно предсказать индивидуальное поведение;
- заменить экспертную оценку;
- исключить свободу выбора субъекта (абитуриента).

Вывод по разделу

Таким образом, ТАУ в настоящем исследовании используется как формализованный язык описания структурных свойств динамики, а не как редукция человеческого поведения к механистической модели. Его применение носит аналитический, а не нормативный характер и направлено на выявление конфигураций обратных связей, влияющих на устойчивость образовательной траектории. Полученные результаты интерпретируются в сценарно-вероятностном контексте и служат инструментом проектирования профориентационной политики, а не инструментом прямого управления личностью.

2.4 Анализ рангового распределения в образовательных социоценозах

Предположили, что внутренняя структура образовательного социоценоза (в частности, учебной группы) и накапливаемые в нём системные противоречия находят своё отражение в стабильных статистических закономерностях распределения академических результатов.

2.4.1 Методология, исходные данные и результаты эксперимента

Объектом исследования выступила учебная группа студентов 2 курса численностью 24 человека, представляющая собой элементарную модель образовательного социоценоза. В качестве индикатора академической успешности использован средний балл за семестр по дисциплинам учебного плана. Методологической основой выбран подход, основанный на построении и анализе ранговых распределений – ранговый анализ, широко применяемый в технике для оптимизации техноценозов [78], [79], [80].

Алгоритм обработки данных включал последовательность шагов:

1. Расчёт персонального среднего семестрового балла для каждого студента группы;
2. Ранжирование студентов по убыванию данного показателя, где ранг «1» присваивается максимальному значению (см. Приложение Д). По Б.И. Кудрину, закон рангового распределения особей в техноценозе (Н-распределение) имеет вид гиперболы (3).

$$W = \frac{A}{r^\beta}, \quad (3)$$

где W – ранжируемый параметр системы, r – ранговый номер элемента в ней (1,2,...,19), A – максимальное значение параметра W с рангом $r = 1$, β – ранговый коэффициент, характеризующий степень крутизны гиперболы;

3. Построение графика эмпирического рангового распределения, где по оси абсцисс отложен ранг студента в группе, а по оси ординат – соответствующее ему значение среднего балла (рисунок 2.9).

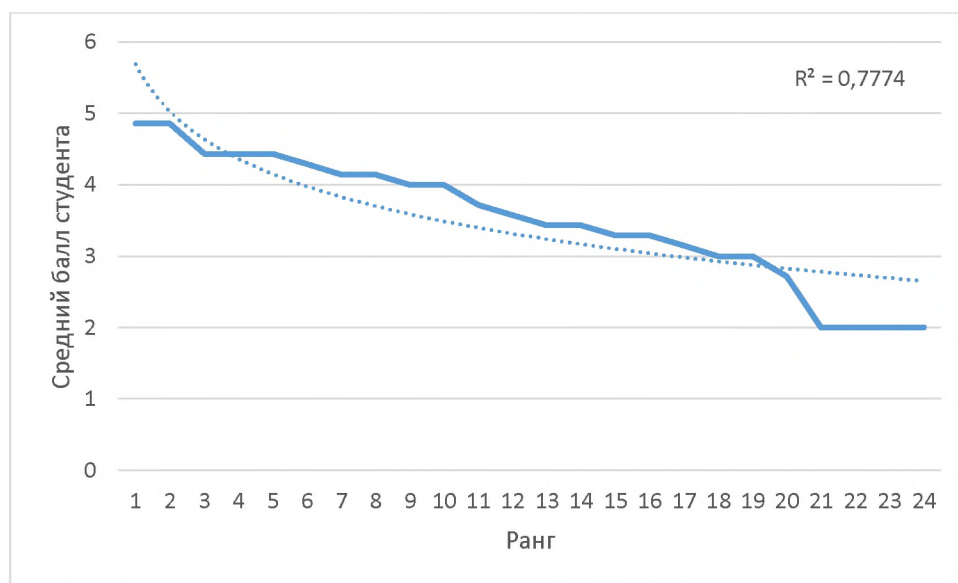


Рисунок 2.9 – График эмпирического рангового распределения среднего балла студентов

Эмпирическое распределение продемонстрировало выраженную монотонную убывающую зависимость среднего балла от ранга. Аппроксимация данных позволила количественно оценить силу данной закономерности: коэффициент детерминации составил $R^2 \approx 0.78$. Это значение указывает на наличие статистически значимого тренда, что подтверждает неслучайный, структурированный характер распределения успеваемости внутри группы. График подтверждает, что система структурно устойчивая.

Критически важным результатом явилось визуальное и аналитическое выделение трёх структурных зон на кривой распределения:

1. Зона высоких рангов (ранги 1–2): отражает контингент студентов с высокой и устойчивой академической успешностью, студентов-лидеров.
2. Зона основного ядра (ранги 3–20): основная масса студентов группы, здесь наблюдается снижение без резких скачков. «Ступени» на графике (13-14, 18-19 ранги) указывают на студентов с одинаковой успеваемостью.

3. Зона накопленного риска (ранги 21-24): показывает стабилизацию показателя на низком уровне (в районе среднего балла 2.0), что свидетельствует о накоплении в этой подгруппе комплекса неустранённых проблем (студенты либо потеряли мотивацию, либо планируют подавать на отчисление).

На основе такого анализа можно обосновать сегментацию группы без сложных моделей, куратору сделать выводы о том, необходимо точно работать со студентами из группы накопленного риска и так же не упускать из внимания средний сегмент.

2.4.2 Связь результатов с теорией социоценозов и методологией ТРИЗ

Выявленная структура является прямым отражением действия законов самоорганизации и неравномерного распределения ресурсов (внимания педагога, мотивации, когнитивных способностей самого студента и пр.) внутри социоценоза.

Существование зоны резкого излома указывает на латентное системное противоречие (в терминах ТРИЗ): требование обеспечения единого стандарта качества образования (массовость) вступает в конфликт с объективно существующей индивидуальной неоднородностью обучающихся по темпу и глубине усвоения материала.

ИКР: образовательная система самостоятельно выявляет зоны риска (критические ранги) и перераспределяет управленческие и педагогические ресурсы для их нивелирования, не увеличивая общую нагрузку на преподавательский состав.

Таким образом, метод рангового распределения выполняет функцию диагностического сенсора, позволяющего не констатировать факт низкой успеваемости, а точно локализовать точку возникновения системного напряжения в социоценозе. Полученные данные служат входными параметрами и верификационной основой для последующих методов, рассматриваемых в работе: сегментации по Парето (ABC-XYZ-анализ, раздел 2.5) и прогнозирования индивидуальных траекторий с помощью цепей Маркова (раздел 2.6).

Подводя итог, можно сделать вывод – метод рангового распределения обладает высоким потенциалом для сквозной диагностики состояния вуза как социоценоза. Его ключевые области практического применения в управлении включают: диагностику качества образовательных программ (ранжирование по среднему баллу абитуриентов, успеваемости выпускников, уровню трудоустройства), анализ эффективности научно-педагогического состава (ранжирование по публикационной активности, результатам вовлеченности в проекты), оптимизацию ресурсов (ранжирование аудиторного фонда по загрузке, оборотов по востребованности) и пр.

2.5 Выявление приоритетных направлений управления образовательным социоценозом на основе ABC-XYZ-анализа

Результаты проведенного в разделе 2.4 рангового анализа подтвердили наличие в социоценозе трех структурных областей (ядро, переходная часть и периферия). Это дает возможность переходить от простой диагностики к продуманному распределению ресурсов системы. Однако для эффективного вложения ограниченных средств (времени, бюджета, штатных ресурсов) требуется не только ранжирование объектов, но и их группировка по двум критериям: значимости вклада в общий итог и устойчивости поведения. В связи с этим предлагается использовать инструментарий Парето (правило «20/80»), а также ABC-XYZ анализ. Их применение позволяет выделить ограниченное число элементов системы, целенаправленное воздействие на которые даст наибольший управленческий эффект».

В рамках диссертационного исследования ABC-XYZ анализ образовательных программ рассматривался не как изолированный инструмент статистической кластеризации, а как средство применения принципов и законов ТРИЗ к задачам управления образовательным социоценозом [70].

Анализ структуры приема с помощью ABC-XYZ – классификации, помимо выявления зон роста и рисков, позволяет четко сформулировать управленческие противоречия, разрешение которых невозможно с помощью стандартных компромиссных решений.

Формулирование управленческого противоречия в терминах ТРИЗ:

Вуз должен *увеличить набор и стабильность* на стратегически важных, но слабо набираемых специальностях (группа C/CZ), чтобы обеспечить диверсификацию и соответствие государственным приоритетам. И одновременно необходимо *сохранить, и усилить ресурсную поддержку* стабильных и высокодоходных специальностей (группа A/AУ), чтобы обеспечить финансовую устойчивость.

Таким образом, возникает *административное противоречие*: нужно *улучшать периферийные специальности (группа C)*, но при этом *нельзя ухудшать параметры ядра (группа A)*.

Инструментальный потенциал ТРИЗ. Для разрешения данного противоречия, вместо равномерного или компромиссного распределения ресурсов, целесообразно использовать *принципы разрешения противоречий ТРИЗ*. Применение этих принципов позволяет найти нетривиальные управленческие решения:

Принцип 1. Сегментация (дробление): Вместо равномерного распределения рекламного бюджета, необходимо *сегментировать* рынок абитуриентов, используя разные стратегии продвижения и профориентации для группы А (массовый,

репутационный маркетинг) и группы С (таргетированный, индивидуальный, демонстрация инновационного оборудования).

Принцип 2. Вынесение: Перенос части учебного процесса для вновь открытых специальностей (группа С/CZ) в среду, обладающую большим набором ресурсов (например, совместные образовательные программы с индустриальными партнерами или другими вузами), что позволяет увеличить их привлекательность без увеличения внутренней нагрузки на кафедру.

В рамках реализации ТРИЗ методологии в исследовании был проведён анализ образовательных программ Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева по модели двухпараметрической кластеризации на основе ABC-XYZ – анализа. Исследование направлено на анализ структуры образовательных программ (ОП) и их вклада в общий контингент обучающихся.

В соответствии с принципом Парето, около 20% специальностей формируют 80% контингента вуза, тогда как остальные 80% направлений дают лишь 20% общего набора [81], [82]. Такой подход позволяет ранжировать образовательные программы по степени их значимости и стабильности, что является важным инструментом стратегического планирования вуза.

ABC-анализ выделяет три категории специальностей:

- Группа А – ключевые направления, формирующие основной контингент обучающихся (20% специальностей дают 80% набора).
- Группа В – направления средней значимости (30% специальностей формируют около 15% набора).
- Группа С – направления с наименьшим влиянием (50% специальностей дают оставшиеся 5%).

XYZ-анализ – это метод классификации объектов (например, образовательных услуг, курсов или абитуриентов) по степени стабильности и предсказуемости показателей спроса, позволяющий оценить влияние внешних факторов (сезонности, информационных кампаний, социальных трендов) на динамику системы и учитывать это при принятии управленческих решений в образовательном социоценозе. Таким образом, при проведении анализа выделяли следующие группы:

- X – объекты со стабильной динамикой спроса и высокой точностью прогнозирования (коэффициент вариации 0–10%); характеризуются минимальным влиянием внешних факторов, к примеру, рынка труда.
- Y – объекты с умеренной вариативностью спроса, на которые оказывают влияние сезонные и организационные факторы (коэффициент вариации 10–25%).
- Z – объекты с высокой степенью неопределённости и низкой предсказуемостью спроса (коэффициент вариации более 25%), чувствительные к внешним воздействиям и изменениям среды.

Объединение результатов ABC- и XYZ-анализа рассматривается как эффективный инструмент управления элементами образовательного социоценоза.

Данные методы взаимно дополняют друг друга: если ABC-анализ позволяет оценить вклад отдельных элементов (как рассматривалось выше, ОП или дисциплин) в достижение ключевых показателей системы, то XYZ-анализ характеризует степень устойчивости и вариативности их функционирования. Комплексное применение данных методов обеспечивает определение статуса и роли каждого элемента в структуре социоценоза, что важно для обоснования управленческих решений.

Использование совмещённого подхода позволяет:

- выявлять элементы с устойчивыми характеристиками и значимым вкладом в эффективность образовательной системы (ОП), а также проблемные или низкоэффективные компоненты;
- оптимизировать структуру ОП без нарушения стратегических целей и принципов развития;
- определять факторы, влияющие на распределение ресурсов и организацию образовательного процесса;
- перераспределять управленческие усилия и ресурсы в соответствии с приоритетностью и стабильностью элементов социоценоза.

В качестве объектов анализа были выбраны 55 специальностей Северо-Казахстанского университета имени М. Козыбаева и набор на рассматриваемые ОП с 2010 по 2018 годы. Охватываемый интервал связан с ограниченностью доступа к данным за последующие временные отрезки. В исследовании наглядно показана реализуемость и состоятельность предложенной методики на реальных исторических данных, а также возможность осуществления аналогичных изысканий при получении релевантных сведений.

Был проведен анализ, в ходе которого выявлен вклад каждой специальности в общий набор вуза. Результат проведения анализа приведен ниже, в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты проведенного ABC-XYZ анализа

	X	Y	Z
1	2	3	4
A	-	<ul style="list-style-type: none"> • Агрономия • Дошкольное обучение и воспитание • Иностранный язык: два иностранных языка • Казахский язык и литература • Педагогика и методика начального обучения • Педагогика и психология • Физическая культура и спорт 	<ul style="list-style-type: none"> • Дефектология • Учет и аудит • Финансы • Юриспруденция

Перенос таблицы 2.6

В	-	<ul style="list-style-type: none"> • Биология • Журналистика • Информатика • Математика • Музыкальное образование • Радиотехника, электроника и телекоммуникации • Социальная педагогика и самопознание 	<ul style="list-style-type: none"> • Биология • Информационные системы • Начальная военная подготовка • Общая медицина • Строительство • Технология продовольственных продуктов • Электроэнергетика
С	-	<ul style="list-style-type: none"> • География • Дизайн • История • Машиностроение • Переводческое дело • Приборостроение • Физика • Химия • Экология 	<ul style="list-style-type: none"> • Вычислительная техника и программное обеспечение • География • География-история • Государственное и местное управление • Иностранная филология • Информатика • Культурно-досуговая работа • Лесные ресурсы и лесоводство • Математика-информатика • Математика-физика • Основы права и экономики • Русский язык и литература • Экономика • Стандартизация и сертификация (по отраслям) • Технология производства продуктов животноводства • Транспорт, транспортная техника и технологии • Туризм • Физика и астрономия • Физика-информатика • Химическая технология органических веществ • Химия-биология

Выводы по структуре и ядру набора

1. *Формирование ядра приема.* Специальности, классифицированные в группах А и В, формируют основное ядро приемной кампании высшего учебного заведения. При этом группы АУ и АЗ демонстрируют наибольший объем и высокую регулярность (стабильность) набора, что позволяет прогнозировать их устойчивый спрос.
2. *Региональная и традиционная востребованность.* Учитывая аграрную специализацию Северо-Казахстанской области, высокая востребованность агропромышленных специальностей (например, «Агрономия») является очевидной и обусловленной региональной экономикой. Традиционно высокую актуальность среди абитуриентов сохраняют педагогические

направления, а также востребованы экономико-правовые специальности («Учет и аудит», «Финансы», «Юриспруденция»).

3. *Периферия приема.* Специальности группы С оказывают минимальное влияние на общий объем приема, особенно те, что относятся к группе CZ (низкий объем, низкая стабильность).
4. *Факторы минимального набора.* Низкий объем набора в группе С коррелирует с тем, что большая часть этих направлений («Физика-информатика», «Химия-биология», «Математика-информатика», «Математика-физика») являются новыми (вновь открытыми на момент проведения анализа) в структуре ОП вуза и требуют дополнительного времени для популяризации. Тем не менее, динамика приема также определяется экзогенными факторами, такими как объем выделяемых государственных образовательных грантов и общая демографическая ситуация в регионе. Следовательно, комплексный анализ требует учета многофакторной среды.

Выводы о применении ABC-XYZ – анализа

ABC-XYZ – анализ зарекомендовал себя как наглядный и оперативный инструмент для стратегического планирования профориентационной работы и обоснования управленческих решений в области формирования портфеля образовательных услуг. Однако ключевым методологическим ограничением данного подхода является его неспособность адекватно учитывать сезонные или циклические колебания спроса абитуриентов, что может исказить долгосрочное прогнозирование. В связи с выявленным ограничением, возможно расширение аналитического инструментария путем исследования стабильности структуры набора на основе критериев медианных и модельных отклонений ключевых показателей. Этот подход позволит повысить точность прогнозов и качество управленческих решений.

Таким образом, ABC-XYZ – анализ не является изолированным инструментом, а становится ключевым аналитическим модулем в предлагаемом алгоритме. Он выполняет функцию интеллектуального фильтра и классификатора, который структурирует сложность социоценоза, выявляет «точки приложения силы» и определяет характер требуемого управленческого вмешательства. Это обеспечивает переход от интуитивного управления к проактивному, основанному на данных управлению сложным социоценозом, фокусируя усилия на элементах с максимальной прогнозируемой отдачей или риском.

2.6 Применение аппарата цепей Маркова в алгоритмах прогнозирования и управления социоценозом

Управленческие задачи в социоценозе характеризуются:

- стохастичностью поведения участников;

- неполнотой и асимметрией информации;
- наличием альтернативных траекторий развития;
- динамическим характером целей и ограничений.

Если рассматривать образовательный социоценоз – в условиях неопределённости, вызванной демографическими колебаниями, миграцией, изменениями на рынке труда и внешними возмущениями (такими как пандемия COVID-19), особую актуальность приобретают методы, сочетающие стохастическое прогнозирование и алгоритмическое разрешение управленческих противоречий. Цепи Маркова представляют собой математический аппарат, идеально соответствующий этой задаче, так как позволяет моделировать стохастические системы, состояние которых изменяется случайным образом, но при этом вероятность перехода в новое состояние зависит только от текущего состояния системы (свойство отсутствия последствия) [83], [84], [85], [86].

В контексте управления социоценозом, таким как университет, цепь Маркова формализует траекторию развития агента системы (например, студента, научного проекта, учебной дисциплины) как последовательность переходов между конечным набором дискретных состояний. Это позволяет перейти от описания статической структуры (ABC-XYZ – анализ) к моделированию ее динамики.

Однако, для перехода от моделирования к управлению и генерации решений требуется методология, способная работать с противоречиями и генерировать инновационные стратегии. Такой методологией является ТРИЗ. Поэтому цель данного раздела – синтезировать подход, объединяющий прогностическую мощь цепей Маркова и системно-инновационный потенциал ТРИЗ для решения управленческих задач в социоценозе на примере образовательной траектории студента.

2.6.1 Методологические основы: цепи Маркова и каноническая модель образовательного траектории

Рассмотрели дискретную стохастическую систему S , представляющую образовательный путь индивида. Система может находиться в одном из состояний множества S

$$S = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5\} \quad (4)$$

S_1 – Поступление (абитуриент подал документы – вход в систему).

S_2 – Успешное обучение (переход на следующий курс – фаза стабильного функционирования).

S_3 – Смена образовательной траектории (перевод на другую специальность – фаза адаптивной миграции).

S_4 – Отчисление (поглощающее состояние – нежелательный выход из системы).

S_5 – Выпуск и трудоустройство (поглощающее состояние).

Тогда матрица переходных вероятностей P для данной системы имеет вид (5):

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & p_{13} & p_{14} & 0 \\ 0 & 0 & p_{23} & p_{24} & 0 \\ 0 & p_{32} & 0 & p_{34} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Для анализа такой цепи её удобно представить в канонической форме (6), (7), (8) переставив состояния: сначала непоглощающие (S_1, S_2, S_3), затем поглощающие (S_4, S_5).

$$P_{can} = \begin{pmatrix} Q & R \\ 0 & I \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$Q = \begin{pmatrix} 0 & 0 & p_{13} \\ 0 & 0 & p_{23} \\ 0 & p_{32} & 0 \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где Q - матрица переходов между непоглощающими состояниями.

$$R = \begin{pmatrix} p_{14} & 0 \\ p_{24} & 0 \\ p_{34} & 0 \end{pmatrix} \quad (8)$$

I – единичная матрица 2×2 .

Тогда фундаментальная матрица N примет вид (9):

$$N = (I - Q)^{-1} \quad (9)$$

Элемент n_{ij} матрицы N представляет собой математическое ожидание количества периодов, которое система проведёт в непоглощающем состоянии S_j , начав из состояния S_i , до поглощения.

Матрица вероятностей поглощения B (10):

$$B = N \cdot R \quad (10)$$

Элемент b_{ij} матрицы B – это вероятность того, что система, начав в состоянии S_i , завершит процесс в поглощающем состоянии S_j .

Задали вероятности на основе экспертных оценок:

$$p_{13} = 0.5, p_{14} = 0.5, p_{23} = 0.6, p_{24} = 0.4, p_{32} = 0.8, p_{34} = 0.2$$

Тогда:

$$Q = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.6 \\ 0 & 0.8 & 0 \end{pmatrix}, \quad R = \begin{pmatrix} 0.5 & 0 \\ 0.4 & 0 \\ 0.2 & 0 \end{pmatrix} \quad (11)$$

Вычислили фундаментальную матрицу (12):

$$N = (I - Q)^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0.769 & 0.962 \\ 0 & 1.923 & 1.154 \\ 0 & 1.538 & 1.923 \end{pmatrix} \quad (12)$$

Суммируя строки N , получили вектор среднего времени до поглощения из каждого начального состояния (13):

$$\tau = N \cdot \mathbf{1} = \begin{pmatrix} 2.731 \\ 3.077 \\ 3.461 \end{pmatrix} \quad (13)$$

Интерпретация: студент, уже сменивший траекторию (S_3), в среднем проведёт в системе дольше всех (3.46 шага) до выпуска или отчисления.

Вычислили матрицу вероятностей поглощения (14):

$$B = N \cdot R = \begin{pmatrix} 0.465 & 0.535 \\ 0.208 & 0.792 \\ 0.293 & 0.707 \end{pmatrix} \quad (14)$$

Столбцы B соответствуют S_4 – отчисление (первый столбец) и S_5 – выпуск (второй столбец).

Управленческий вывод из модели: наиболее уязвимыми являются новоиспечённые студенты (S_1): вероятность их отчисления (0.465) почти равна вероятности выпуска (0.535). Студенты, успешно перешедшие на следующий курс (S_3), имеют максимальные шансы на выпуск (0.792).

Задача управления состоит в том, чтобы сместить вероятности переходов (элементы матрицы P) для повышения вероятности выпуска, особенно из состояния S_1 . Однако прямое увеличение p_{15} невозможно (переход в выпуск с 1 курса запрещён логикой системы). Здесь *возникает управленческое противоречие*.

2.6.2 Интеграция методологии ТРИЗ и цепей Маркова для разрешения управленческих противоречий

ТРИЗ предлагает системный аппарат для выявления и разрешения противоречий. В контексте рассматриваемой цепи Маркова управленческое воздействие направлено на изменение вероятностей переходов p_{ij} . Противоречие формулируется по классической схеме ТРИЗ:

- Улучшаемый параметр: вероятность успешного выпуска (p_{i5}).
- Ухудшающийся параметр: затраты ресурсов (финансовых, временных, административных) или стабильность системы.

Пример противоречия: «Если мы усиливаем академическую поддержку и контроль для студентов 1-го курса (чтобы увеличить p_{12} и уменьшить p_{14}),

то увеличиваются финансовые затраты и возрастает нагрузка на преподавателей, что может снизить качество обучения на старших курсах».

В данном контексте можно адаптировать следующие приёмы:

- Приём «Предварительное действие» (№10): ввести обязательные профориентационные и адаптационные курсы до начала первого семестра. Это может увеличить p_{12} , изменив начальное распределение или добавив новое состояние S_0 (подготовительный этап) в цепь Маркова.

- Приём «Обратная связь» (№23): внедрить систему динамического мониторинга успеваемости и психоэмоционального состояния с автоматическими алерт-уведомлениями для кураторов. Это позволяет быстро реагировать, эффективно изменяя p_{23} (в сторону смены траектории при выявлении несоответствия) и p_{24} (минимизируя её).

- Приём «Объединение» (№5): Объединить ресурсы разных факультетов для создания междисциплинарных модулей, позволяющих студенту (S_3) менять траекторию не через формальный перевод, а через выбор трека внутри широкой образовательной программы. Это снижает административные барьеры для перехода p_{13} и p_{23} .

Математически внедрение приёма ТРИЗ приводит к модификации исходной матрицы P , например, после внедрения "Предварительного действия" цепь может расширяться, а вероятности пересчитаются.

Алгоритм применения синтезированного подхода (Марковские цепи и ТРИЗ) для управления социоценозом

1. Идентификация социоценоза и агентов: определить систему, её ключевые состояния и возможные переходы (например, карьерный путь сотрудника).

2. Построение Марковской модели: на основе исторических данных или экспертных оценок построить матрицу P . Верифицировать выполнение свойства Маркова.

3. Анализ модели: рассчитать N , V , t . Выявить «узкие места» – состояния с высокой вероятностью нежелательного поглощения или длительным временем пребывания.

4. Формулировка управленческого противоречия (ТРИЗ): поставить цель по изменению элементов P (например, увеличить p_{i5}) и выявить параметр, который при этом ухудшится (затраты, время, сложность).

5. Генерация решений: используя систему приёмов и стандартов ТРИЗ, адаптированных к социально-экономическим системам, сгенерировать идеи по изменению структуры системы или управляющих воздействий.

6. Моделирование последствий: внести соответствующие изменения в матрицу P (оценив новые вероятности) и повторно рассчитать B и t . Оценить эффективность предлагаемого решения.

7. Реализовать наилучшее решение в пилотном режиме, собрать новые данные, уточнить модель и повторить цикл.

2.7 Комплексное применение статистических методов и нейросетевого моделирования для прогнозирования контингента вуза

Ключевой практической задачей управления образовательным социоценозом, непосредственно влияющей на его ресурсное обеспечение и стратегическое планирование, является прогнозирование динамики контингента. Традиционно эта задача решается на основе экстраполяции исторических данных, экспертных оценок и анализа результатов анкетирования. Однако в условиях высокой изменчивости внешней среды (демографических ям, изменений в образовательной политике, колебания спроса на рынке труда) эти методы демонстрируют ограниченную эффективность, так как не способны улавливать сложные нелинейные зависимости и скрытые паттерны в данных. Это создаёт системное управленческое противоречие: с одной стороны, необходима высокая достоверность долгосрочных прогнозов для распределения бюджета и формирования педагогического состава; с другой – используемые методы не обеспечивают необходимой точности в условиях растущей неопределённости. Таким образом, возникает потребность в разработке и верификации более совершенных прогнозных моделей, способных повысить адаптивность системы управления.

В основе предлагаемого подхода лежит способность прогнозировать как общую численность будущего набора, так и индивидуальные траектории студентов в период обучения. В настоящей работе предложена двухкомпонентная методика, включающая:

- Макроуровневый прогноз – оценку числа абитуриентов, выбирающих конкретные профильные дисциплины, на основе анализа поисковой активности в сети Интернет.
- Микроуровневый прогноз – классификацию студентов по критерию «завершение обучения/отчисление» на основе нейросетевого моделирования их академических и социально-экономических характеристик.

Общая логика исследования строится на предположении, что поведенческие паттерны будущих абитуриентов проявляются в цифровой среде задолго до официального этапа приёма документов, а сочетание академических и внешних факторов позволяет с высокой точностью идентифицировать группу риска среди уже зачисленных студентов.

2.7.1 Статистическое моделирование численности абитуриентов на основе данных поисковых запросов

Использование цифровых следов пользователей для предсказания социально-экономических явлений стало распространённой практикой в мировой науке. Установлены корреляционные связи между объёмами поисковых запросов и динамикой заболеваемости [87], потребительским спросом [88], состоянием рынка труда [89], [90] и многим другим.

Применение сервиса Google Trends в настоящем исследовании опирается на объективные статистические данные о распространённости поисковых систем в Казахстане. По информации Яндекс.Радар [91], в марте 2026 года Google занимал 76.28% рынка интернет-поиска (рисунок 2.10), что делает его основным каналом сбора информации для большинства пользователей, включая потенциальных абитуриентов и их родителей. Сервис предоставляет нормированные индексы популярности запросов, что позволяет проводить сопоставимый анализ временных рядов различной природы.



Рисунок 2.10 – Доля рынка поисковых систем по состоянию на март 2026 года

Исследование опиралось на два типа данных:

- Открытые статистические материалы Национального центра тестирования Республики Казахстан о числе выпускников школ, выбравших физику в качестве профильного предмета ЕНТ за период 2010-2020 гг [92];
- Показатели поисковой активности, полученные с использованием сервиса Google Trends [93] по тематическим ключевым словам, отражающим подготовку к экзаменам по физике.

Проведение анализа в диссертационном исследовании охватывает период (2010-2020 гг.), что обусловлено объективными ограничениями доступа к

верифицированным данным за более поздние годы. В ряде случаев данные либо закрыты, либо представлены в несопоставимом формате, что затрудняет их корректное использование в рамках выбранной методологии. В работе мы демонстрируем применимость и работоспособность предложенного подхода на реальных исторических данных, а также возможность проведения аналогичных исследований при наличии релевантных данных.

В качестве зависимой переменной (Y) принята ежегодная численность абитуриентов, выбравших физику в качестве профильного предмета ЕНТ. Независимая переменная (X) сформирована как среднегодовое значение индекса популярности тематических запросов, объединённых в семантическую группу «ЕНТ + тесты с ответами + физика».

В связи с несопоставимостью единиц измерения и масштабов вариации исходных рядов выполнена стандартизация переменных по формулам [94] (15):

$$z_i = \frac{x_i - \bar{X}}{\sigma_x}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (15)$$

где x_i – исходное значение признака, \bar{X} и σ_x – среднее значение и стандартное отклонение признака, оцененные по набору данных.

Для визуализации был построен совмещенный график (рисунок 2.11) стандартизованных данных, по которому можно заметить зависимость между исследуемыми переменными (графики по отдельности в фактических единицах измерения приведены в Приложении Е). По графику можно заметить скачок значений количества школьников, выбравших физику для сдачи на ЕНТ на начальном этапе наблюдения (если посмотреть на график Г.1 в приложении Г), который, вероятно, обусловлен совокупностью многих факторов. В частности, он может быть связан с проводимой в это время в государственной политикой РК на развитие инженерно-технических направлений в образовании (в том числе увеличение грантов на STEM-специальности), а также с реализацией программы индустриально-инновационного развития страны (первый этап: 2010-2014 годы) [95].

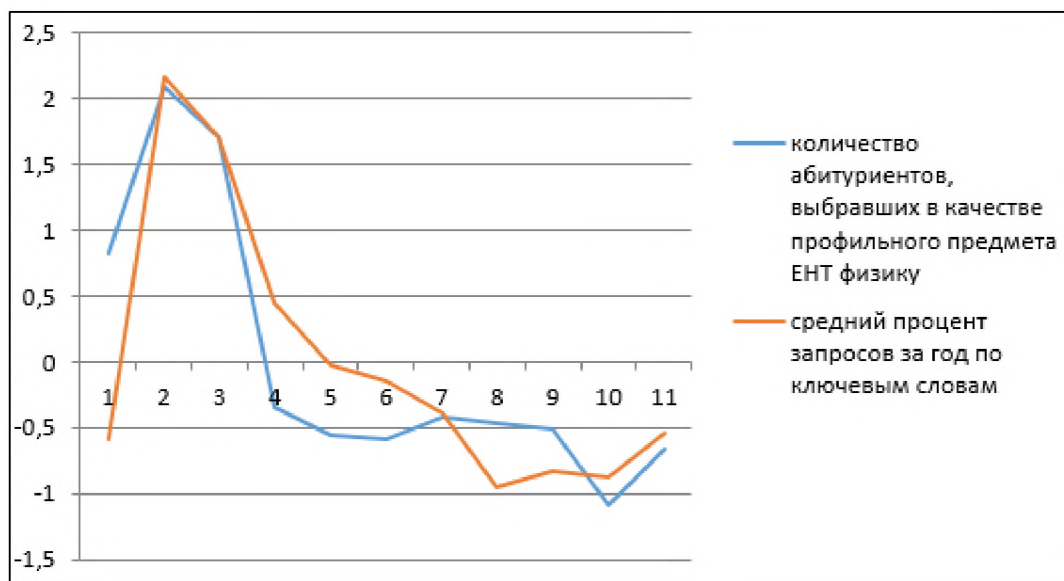


Рисунок 2.11 – Сопоставление фактических (стандартизованных) данных по абитуриентам и данных Google Trends

Для количественного описания выявленной зависимости был применен метод регрессионного анализа зависимости Y от X , реализованный в программном пакете SPSS Statistics. Выбор данного метода обусловлен его широким распространением в практике социально-экономических исследований, наличием развитого инструментария для проверки статистических гипотез и возможностью интерпретации получаемых результатов в терминах исследуемого предметной области [96], [97], [98].

Оценивание параметров осуществлялось классическим методом наименьших квадратов, обеспечивающим несмещенность и состоятельность получаемых оценок при выполнении стандартных предпосылок регрессионного анализа. В результате обработки эмпирических данных были получены следующие выражения, описывающие исследуемую зависимость в стандартизованном (16) и естественном (17) масштабах:

$$y = 0.848 \cdot x \quad (16)$$

Стандартизованная форма уравнения (16), не содержащая свободного члена, более наглядно демонстрирует силу влияния факторного признака: изменение фактора на одно стандартное отклонение влечет изменение результата на 0.848 собственного стандартного отклонения.

$$y = 14693 + 436 \cdot x \quad (17)$$

Из анализа t-статистик видно, что коэффициент при факторе значим, вероятность ошибки $p < 0.001$ (рисунок 2.12).

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	14693,015	2879,311		5,103	<,001	8277,512	21108,519
	X	436,478	86,200	,848	5,064	<,001	244,413	628,542

a. Dependent Variable: Y

Рисунок 2.12 – Результаты оценки параметров

Коэффициент детерминации, приведенный на рисунке 2.13 (равный $R^2 = 0.719$), доказывает адекватность модели изучаемому процессу. Таким образом, 72% изменчивости зависимой переменной Y (количество абитуриентов, выбравших в качестве профильного предмета ЕНТ физику) объясняет независимая переменная X (средний процент запросов за год по упомянутым ранее ключевым словам) согласно регрессионной модели. Оставшиеся 28% приходятся на долю неучтенных в модели факторов, что является вполне приемлемым показателем для исследований в социальной сфере.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,848 ^a	,719	,691	2597,81223	,856

a. Predictors: (Constant), X

b. Dependent Variable: Y

Рисунок 2.13 – Результаты построения регрессионной модели

Для проверки адекватности модели в целом был проведен дисперсионный анализ. Рассчитанное значение F-критерия Фишера существенно превышает табличное, а соответствующая вероятность ошибки $p\text{-value} < 0.001$, что позволяет отвергнуть гипотезу о статистической незначимости регрессионной модели и признать ее пригодной для практического использования (рисунок 2.14).

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	173033129,1	1	173033129,1	25,640	<,001 ^b
	Residual	67486283,77	10	6748628,377		
	Total	240519412,9	11			

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), X

Рисунок 2.14 – Результаты проведения дисперсионного анализа

Визуальный анализ частотной гистограммы остатков, построенной по результатам моделирования, демонстрирует симметричную форму распределения, близкую к колоколообразной кривой Гаусса (рисунок 2.15). Большая часть значений концентрируется вблизи нулевой отметки, что свидетельствует об отсутствии значимого смещения прогнозов.

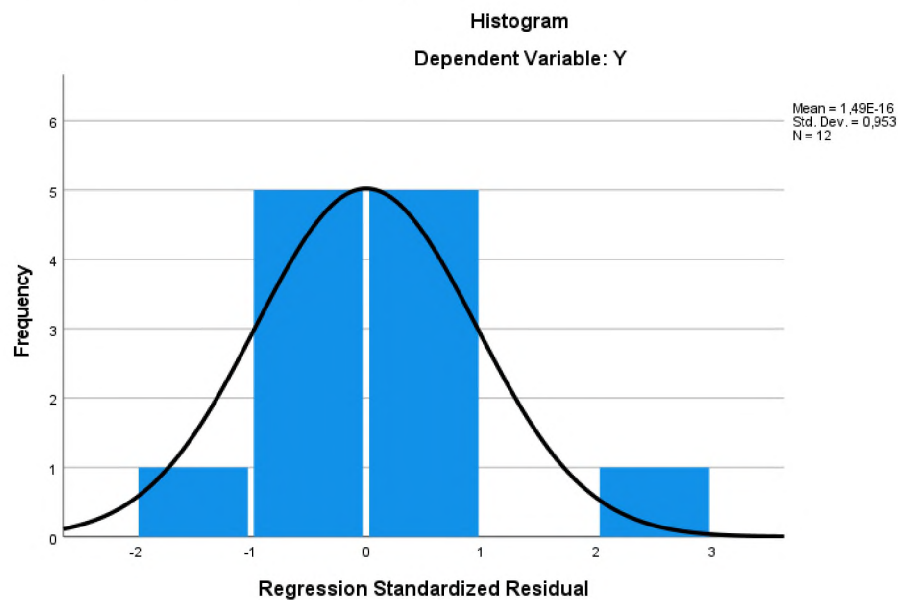


Рисунок 2.15 – Частотная гистограмма остатков

Дополнительная проверка с использованием нормально-вероятностного графика (P-P plot) подтвердила, что эмпирические точки располагаются в непосредственной близости от теоретической прямой, соответствующей нормальному распределению (рисунок 2.16).

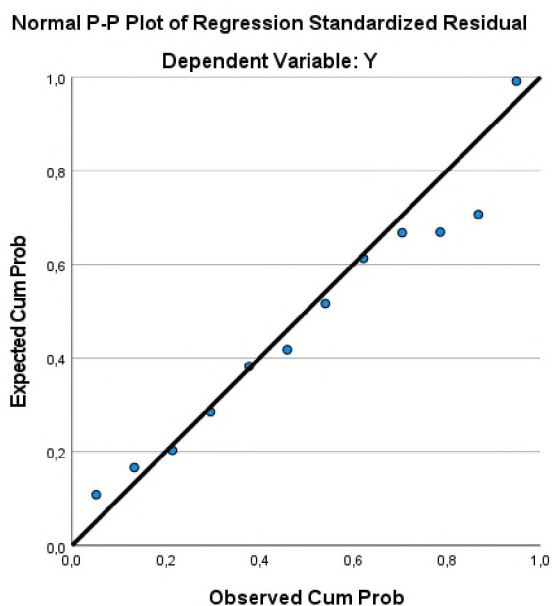


Рисунок 2.16 – Нормально-вероятностный график остатков

Таким образом, все необходимые предпосылки регрессионного анализа выполняются, что позволяет рассматривать построенную модель как статистически обоснованный инструмент прогнозирования. Полученные результаты дают основания утверждать, что данные поисковой активности Google могут успешно применяться для оперативной оценки ожидаемого количества абитуриентов по конкретным профильным направлениям.

Практическая значимость модели заключается в ее оперативности: если официальные статистические данные становятся доступны со значительной временной задержкой, то поисковые индексы обновляются практически в реальном времени. Это позволяет реагировать на изменение образовательных предпочтений абитуриентов с минимальным временным лагом, что особенно важно в условиях быстро меняющегося рынка труда и образовательных услуг.

Вместе с тем, следует учитывать определенные ограничения предложенного подхода. Во-первых, полученная зависимость эмпирически установлена для конкретного предмета (в нашем исследовании – физики) и требует проверки применимости к другим дисциплинам. Во-вторых, модель чувствительна к изменению поведенческих паттернов пользователей и алгоритмов работы поисковых систем, что может потребовать периодической калибровки параметров.

Тем не менее, полученные результаты убедительно демонстрируют перспективность использования альтернативных источников данных для решения задач прогнозирования в сфере высшего образования. Сочетание традиционных статистических методов с анализом цифровых следов открывает новые возможности для повышения обоснованности управленческих решений и адаптации образовательных учреждений к меняющимся условиям внешней среды.

2.7.2 Нейросетевое моделирование в прогнозировании академической успешности студентов

Сохранность контингента обучающихся является одной из приоритетных задач управления современным высшим учебным заведением [99]. Ежегодное отчисление студентов не только наносит финансовый ущерб, но и снижает репутационные показатели вуза. В этой связи разработка инструментария, позволяющего на ранних этапах идентифицировать обучающихся, входящих в группу риска, приобретает особую актуальность.

Для решения указанной задачи в рамках настоящего исследования был применен аппарат искусственных нейронных сетей, зарекомендовавший себя как эффективный инструмент выявления скрытых нелинейных зависимостей в массивах данных [100], [101].

Информационную базу исследования составили обезличенные данные о 14878 студентах регионального вуза Республики Казахстан (НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева»). Осуществили выгрузку данных в формат таблиц Excel (Приложение Ж). При формировании информационной базы исследования особое внимание уделялось соблюдению этических требований и норм законодательства Республики Казахстан в сфере защиты персональных данных. Сбор и обработка цифрового следа студентов осуществлялись исключительно в исследовательских целях, в объеме, необходимом для решения поставленной научной задачи, что соответствует принципу ограничения обработки заранее определенными и законными целями. В соответствии с Законом Республики Казахстан «О персональных данных и их защите» от 21 мая 2013 года № 94-V [102], данные были предварительно обезличены: из массива исключались фамилии, имена, индивидуальные идентификаторы, контактные сведения и иные признаки, позволяющие прямо установить личность обучающегося. Использовались только агрегированные и кодированные показатели, характеризующие образовательную траекторию студента. Результаты моделирования применялись не для принятия автоматизированных административных решений в отношении конкретных лиц, а для выявления общих закономерностей, оценки факторов риска и разработки инструментов интеллектуальной поддержки управления образовательным социоценозом. Такой подход обеспечивает баланс между научной ценностью анализа данных и соблюдением прав, свобод и законных интересов субъектов персональных данных.

При определении структуры входных данных учитывались как теоретические представления о факторах академической успеваемости, так и практическая доступность соответствующих показателей в существующей системе учета. В конечный набор предикторов вошли пять признаков (таблица 2.7), характеризующие различные аспекты образовательного процесса (а также влияющие на него):

Таблица 2.7 – Предикторы модели

Показатели	Значения
Тип финансирования обучения	Бинарный показатель: «грант» (1) или «коммерческая основа» (0)
Место проживания	Бинарный показатель: «город нахождения вуза» (1) или «иной населенный пункт» (0)
Средний балл аттестата	Числовое значение
GPA	Числовое значение (в диапазоне от 0 до 4.0)
Пол	Мужской (1), женский (0)

Целевая переменная была определена как бинарный показатель, принимающий значение «0» для студентов, завершивших обучение отчислением, и «1» для окончивших вуз.

Качество функционирования любой модели машинного обучения в существенной степени зависит от корректности подготовительного этапа обработки данных. В ходе первоначального анализа были удалены пропуски в значениях переменных, закодированы категориальные признаки. Для обеспечения сопоставимости числовых признаков, имеющих различные единицы измерения и диапазоны варьирования, была проведена процедура нормализации.

Критически важным этапом является корректное разделение исходной совокупности данных на подмножества, выполняющие различные функции в процессе построения модели. Общепринятая практика машинного обучения предполагает выделение трех независимых выборок [103], [104]:

- Обучающее множество – использовалось непосредственно для настройки весовых коэффициентов нейронной сети. В данной работе его доля составила 70% от общего объема данных (10414 записей).
- Валидационное множество – применялось для текущего контроля качества обучения и реализации механизма ранней остановки, предотвращающего переобучение модели. Объем данной выборки определен в 15% (2232 записей).
- Тестовое множество – не участвовало в процессе обучения и служило для финальной объективной оценки обобщающей способности построенной модели. Его доля составила 15% (2232 записей).

Распределение записей по указанным подмножествам осуществлялось методом стратифицированной случайной выборки, обеспечивающим сохранение пропорции между классами (отчисленные/выпускники) в каждой из частей. Такой подход гарантирует репрезентативность всех выборок и корректность последующей оценки качества.

Техническая реализация модели осуществлялась в среде MATLAB версии R2023a. Для построения и обучения нейронной сети применялся пакет Deep Learning Toolbox, предоставляющий функции для создания многослойных сетей прямого распространения, а также реализации алгоритма оптимизации Левенберга-Марквардта. Статистическая обработка данных и расчет вспомогательных метрик производились с использованием Statistics and Machine Learning Toolbox. Вычисления выполнялись на персональном компьютере с процессором Intel Core i5 и 16 ГБ оперативной памяти под управлением операционной системы Windows 11.

Процесс обучения нейронной сети заключался в минимизации целевой функции, отражающей степень расхождения между фактическими выходами модели и эталонными значениями. Для задачи бинарной классификации в качестве такой функции использовалась сумма квадратов ошибок (среднеквадратическая ошибка).

В формализованном виде нейросетевую модель можно представить как отображение входного вектора признаков в выходное значение (18):

$$Y = Y(X, \theta), \quad (18)$$

где $X = (x_1, \dots, x_n)$ – входные данные, $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_s)$ – параметры сети, $Y = (y_1, \dots, y_p)$ – выходные данные. Тогда ошибку модели за одну эпоху можно представить в виде (19):

$$F(Y) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^P (y_{ij} - d_{ij})^2 \quad (19)$$

где d_{ij} – желаемый выход j -того выходного нейрона для i -того элемента обучающего множества. Пусть $E = (e_{11}, \dots, e_{1p}, e_{N1}, \dots, e_{NP})^T$,

где $e_{ij} = y_{ij} - d_{ij}$.

Отсюда формулу (18) можно записать следующим образом (20):

$$F(y) = E^T E, \quad (20)$$

и матрица Якоби для уравнения (19) будет иметь вид (21).

$$J = \begin{bmatrix} \tilde{J}_1 \\ \vdots \\ \tilde{J}_N \end{bmatrix}, \tilde{J}_t = \begin{bmatrix} \frac{\partial e_1(t)}{\partial \theta_1} & \frac{\partial e_1(t)}{\partial \theta_2} & \dots & \frac{\partial e_1(t)}{\partial \theta_s} \\ \frac{\partial e_2(t)}{\partial \theta_1} & \frac{\partial e_2(t)}{\partial \theta_2} & \dots & \frac{\partial e_2(t)}{\partial \theta_s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial e_p(t)}{\partial \theta_1} & \frac{\partial e_p(t)}{\partial \theta_2} & \dots & \frac{\partial e_p(t)}{\partial \theta_s} \end{bmatrix} \quad (21)$$

По формуле (20), приращение параметров сети нужно искать в виде решения уравнения (22).

$$(J^T J + \lambda I) \Delta \theta = J^T E, \quad (22)$$

где J - матрица Якоби (21), I – единичная матрица.

Если же значение λ будет достаточно большим, то влияние аппроксимированной матрицы Гессе $J^T J$ практически равно нулю. Поэтому разрешается заменить матрицу I матрицей с диагональю аппроксимированной матрицы Гессе. Следовательно, формула (20) примет вид (23):

$$(J^T J + \lambda D) \Delta \theta = J^T E, \quad (23)$$

где D – диагональная матрица, состоящая из элементов главной диагонали $J^T J$.

В диссертационной работе для минимизации функции (19) применялся метод Левенберга-Марквардта (Levenberg-Marquardt), который является стандартным алгоритмом оптимизации для решения задач методом наименьших квадратов. Считается, что алгоритм Левенберга Марквардта позволяет достигать наименьшей ошибки нейросети, причем, нередко с наименьшими временными затратами [105], [106], [107].

В целом, использование метода Левенберга-Марквардта можно описать следующим образом:

1. Вычисление ошибки построенной модели за одну эпоху по формуле (19).
2. Нахождение элементов матрицы Якоби (21).
3. Решение уравнения (23) и нахождение ошибки сети для обновленных параметров модели, при уменьшении ошибки – переход к шагу 5, при увеличении – к следующему шагу.
4. Возврат к прежним параметрам модели и увеличение регуляризующего параметра λ , возврат к шагу 3.
5. Фиксация значений параметров модели, уменьшение значений λ , переход к новой эпохе обучения.

В рамках проведения исследования была выбрана бинарная нейронная сеть с архитектурой 5-50-15-1, то есть включала два скрытых слоя на 50 и 15 нейронов. Визуализация архитектуры построенной нейросетевой модели представлена на рисунке Ж.2 (Приложение Ж). Порог классификации был установлен на уровне 0.3 (в силу увеличения доли положительных исходов обучения).

Применение метода Левенберга-Марквардта в среде MATLAB позволило обеспечить сходимость модели за 169 эпох обучения. Контроль процесса обучения осуществлялся по динамике изменения ошибки на валидационной выборке. Обучение нейронной сети стабилизируется после 100 эпох, при этом наилучшее значение функции ошибки на валидационной выборке достигается на 169 эпохе. Наилучшее значение среднеквадратической ошибки $MSE=0.14196$ (рисунок Ж.4). Кривые обучающей, валидационной и тестовой выборки расположены близко друг к другу, и не расходятся после достижения минимума ошибки, что означает отсутствие переобучения. ROC-кривые (рисунок Ж.5) расположены существенно выше диагонали случайного классификатора и имеют близкую друг к другу форму,

значит построенная модель обладает хорошей разделяющей способностью на всех подвыборках.

Анализ матриц ошибок (рисунок Ж.6, таблица 2.8) показал устойчивое качество модели на всех подвыборках. Итоговая точность классификации составила 81.3% по всей совокупности наблюдений и 82.6% на тестовой выборке. Однако стоит отметить, что построенная модель лучше распознает студентов, окончивших обучение – полнота (Recall) класса 1 в целом достигает 91.9% и 92.6% на тесте. При этом полнота класса 0 (отчисленных) составляет 70.7% в целом и 72.4% на тестируемом множестве. Для класса отчисленных получена высокая точность срабатывания – 89.7% в целом и 90.6% на тестируемом множестве.

Таблица 2.8 – Итоговые метрики по матрице ошибок

Набор данных	Объем выборки	Точность классификации (ассигасу)	Точность для класса отчисленных (precision)	Полнота для класса отчисленных (recall)	Точность для класса окончивших обучение (precision)	Полнота для класса окончивших обучение (recall)
Обучающая		81.4%	89.8%	70.8%	75.9%	91.9%
Валидационная		79.7%	88.4%	68.5%	74.2%	91.0%
Тестовая		82.6%	90.6%	72.4%	77.3%	92.6%
Вся выборка		81.3%	89.7%	70.7%	75.8%	91.9%

Полученные результаты позволяют рассматривать полученную модель в качестве инструмента формирования ожидаемого списка студентов группы риска. В то же время нужно учитывать, что часть уязвимых студентов остается вне зоны раннего выявления, поэтому при практическом применении целесообразна дополнительная настройка (в том числе, порога классификации, добавления новых признаков). К числу факторов, способных повысить точность прогнозов, следует отнести расширение набора входных признаков, к примеру, таких как – посещаемость учебных занятий, результаты промежуточных аттестаций по семестрам и т.п. Перспективным представляется также переход от статической модели, оперирующей фиксированным набором признаков на момент прогноза, к динамическим архитектурам (например, рекуррентным нейронным сетям), способным учитывать эволюцию показателей во времени.

Другим направлением повышения качества может стать использование более сложных архитектур нейронных сетей. Увеличение числа скрытых слоев и нейронов в них потенциально способно улавливать более тонкие закономерности в данных. Однако такой подход требует тщательного контроля за переобучением и наличия достаточного объема размеченных примеров для обучения.

Важно также отметить, что любая прогностическая модель в социальной сфере должна рассматриваться не как инструмент автоматического принятия

решений, а как вспомогательное средство поддержки. Окончательное решение в отношении каждого студента должно приниматься человеком (к примеру, куратором, деканом) с учетом всей совокупности обстоятельств, многие из которых не поддаются формализации.

Таким образом, разработанная нейросетевая модель представляет собой первый шаг к созданию комплексной системы аналитической поддержки управления контингентом обучающихся. Дальнейшее накопление данных и совершенствование модельного аппарата позволит повысить точность прогнозов и расширить спектр решаемых задач.

ВЫВОДЫ ПО 2 ГЛАВЕ

Во второй главе диссертационной работы представлена авторская модель управления образовательным социоценозом, построенная на стыке методологии ТРИЗ и набора эмпирических инструментов количественного анализа. Реализованный подход позволяет перевести вопрос управления сложными социотехническими системами с качественного на формализуемый уровень. Главные результаты главы заключаются в следующем:

1. Управление социоценозом формализовано как задача разрешения противоречий.
2. Разработан алгоритм интеграции ТРИЗ с эмпирическими моделями;
3. Обоснована классификация управленческих задач и выбор модельного инструментария.
4. Выявлены ключевые факторы профессионального самоопределения абитуриентов.
5. Разработаны концептуальная и имитационная модели поступления.
6. Подтверждена применимость ранговых распределений в анализе образовательных социоценозов.
7. Определены приоритетные направления управления на основе ABC-XYZ-анализа.
8. Обосновано применение цепей Маркова для моделирования образовательных траекторий обучающихся.
9. Построена регрессионная модель, подтверждающая наличие статистически значимой связи и позволяющая количественно оценивать влияние цифровых индикаторов на динамику контингента.
10. Проведено обучение и тестирование нейросетевой модели прогнозирования академической успешности студентов; результаты показали приемлемый уровень ошибки и устойчивую корреляцию между прогнозируемыми и фактическими значениями.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ ТРИЗ

В последние несколько лет наблюдается стремительный рост использования ИИ агентов в различных сферах, таких как здравоохранение, маркетинг, образование, системы поддержки, культурное наследие, развлечения и многие другие [108-113]. В целях апробации разработанного алгоритма решения управленческих задач для образовательного социоценоза был создан интеллектуальный агент (ИИ-агент), реализованный в мессенджере Telegram. Выбор платформы Telegram для разработки ИИ агента обусловлен его значительной и устойчиво растущей аудиторией, превышающей сотни миллионов активных пользователей по всему миру, а также высокими темпами прироста пользователей в последние годы. Согласно имеющейся статистике, мессенджер Telegram по состоянию на 2022 год насчитывал 700 миллионов активных пользователей ежемесячно и 55,2 миллиона человек ежедневно. По данным аналитической платформы Statista, данный сервис входит в пять наиболее востребованных мессенджеров в глобальном масштабе. Кроме того, по сведениям Hootsuite, Telegram занимает тринадцатую позицию в мировом рейтинге социальных сетей по объёму аудитории [114].

Агент представляет собой программный модуль, обеспечивающий интерактивное взаимодействие с пользователем (руководителем, сотрудником или студентом) для анализа проблемных ситуаций и генерации решений на основе принципов ТРИЗ и системного анализа.

Проектирование агента направлено на решение следующих взаимосвязанных задач:

- Задача формализации и алгоритмизации процесса ТРИЗ-анализа: перевод качественных этапов методологии ТРИЗ (выявление противоречия, формулировка ИКР, поиск ресурсов, подбор приемов) в последовательность формальных процедур и алгоритмов, исполняемых программной системой.
- Задача создания архитектуры, которая сочетает логику ТРИЗ (правила, шаблоны, онтологии) с возможностями крупной языковой модели (ChatGPT 4.0) для обработки естественного языка и генерации контекстно-релевантных гипотез.
- Задача обеспечения интерактивности и удобства использования: реализация агента в форме чат-бота на популярной платформе мгновенного обмена сообщениями (Telegram), что обеспечивает низкий порог входа для пользователя, не обладающего навыками программирования (руководителя, преподавателя) и поддерживает диалоговый, итеративный режим анализа проблемы.

- Задача верификации практической полезности: разработка методики и проведение экспериментальной оценки способности агента генерировать управленческие решения.

Таким образом, разрабатываемый агент позиционируется не как замена эксперту, а как «интеллектуальный усилитель», систематизирующий его мышление и расширяющий пространство потенциальных решений.

3.1 Формирование требований к интеллектуальной системе поддержки принятия решений

На основе цели и задач сформулирован перечень требований, к разрабатываемой системе.

Функциональные требования к системе

1. Прием и анализ проблемной ситуации: агент должен уметь принимать от пользователя текстовое описание управленческой проблемы на естественном языке (например, «снизилась посещаемость лекций», «возник конфликт в проектной группе») и выделять её ключевые сущности.

2. Автоматизированный ТРИЗ-анализ: на основе введенной проблемы система должна выполнять в автоматическом (с уточняющими вопросами) режиме:

- Идентификацию субъекта, объекта, действия и полезной/вредной функции в системе.

- Выявление и четкую текстовую формулировку технического или административного противоречия, лежащего в основе проблемы.

- Генерацию вариантов ИКР (функционального, ресурсного, по свойствам), задающих направление для поиска решения.

- Поиск и анализ ресурсов: предложение внутренних и внешних ресурсов системы для разрешения противоречия.

- Подбор направлений решений: применение базы знаний для рекомендации соответствующих приемов, принципов и стандартов ТРИЗ (в т.ч. стандартов АРИЗ).

3. Генерация структурированного ответа: предоставление пользователю итогового заключения в едином, легко читаемом формате, включающем все этапы анализа (противоречие, ИКР, ресурсы, принципы решений, конкретные шаги/MVP-план).

Нефункциональные требования к системе

- Удобство использования: интерфейс (Telegram-бот) должен быть интуитивно понятен, не требовать специального обучения. Время отклика системы на запрос пользователя не должно превышать 30-40 секунд для сохранения вовлеченности в диалог.

- Надежность и доступность: система должна обладать устойчивостью к некорректным или неполным входным данным от пользователя, предоставляя осмысленные ответы или запросы на уточнение.

- Структурированность и объяснимость: генерируемые решения должны сопровождаться четкой логической цепочкой, показывающей связь между исходной проблемой, выявленным противоречием, ИКР и предложенными приемами.

- Масштабируемость и интеграционная способность: архитектура должна допускать относительно легкое расширение базы знаний ТРИЗ, добавление новых шаблонов анализа и потенциальную интеграцию с внешними источниками данных (например, системами управления вузом) через API.

- Правовая и этическая корректность: система должна обеспечивать соблюдение законодательства РК «Об авторском праве и смежных правах» (в том числе, использовании и генерации контента) [115], использовать сторонние сервисы (OpenAI API) в строгом соответствии с их лицензионными соглашениями.

3.2 Архитектура экспертной системы «TRIZ EduBot»

Архитектура ИИ агента спроектирована с учетом функциональных и нефункциональных требований, изложенных в разделе 3.1 и нацелена на эффективную интеграцию детерминированной логики ТРИЗ с возможностями генеративного искусственного интеллекта.

Программный продукт реализован как клиент-серверное приложение на языке Python 3.13 в среде разработки Visual Studio Code. Архитектура системы базируется на интеграции трех ключевых компонентов:

- Интерфейсный модуль: Telegram Bot API, обеспечивающий доступность инструмента для субъектов социогенеза с любого мобильного устройства.

- Интеллектуальное ядро: лицензированный API ChatGPT 4.0 (OpenAI), выступающий в роли лингвистического процессора.

- Методологический фильтр (ТРИЗ-контекст): специально разработанная система системных промптов, которая принудительно направляет логику нейросети по алгоритмам ТРИЗ.

Алгоритм функционирования интеллектуального агента

В основе алгоритма работы ИИ агента лежит сочетание двух вещей: во-первых, способов четкой постановки проблем, во-вторых, инструментов ТРИЗ для их решения. Благодаря этому удаётся пройти путь от обнаружения противоречий до выработки конкретных управляющих воздействий, не забывая при этом о

наличных ресурсах и имеющихся ограничениях самого социоценоза. Такой алгоритм переводит абстрактные модели в практический управленческий механизм, он включает следующие этапы:

- Выявление управленческого противоречия.
- Формирование ключевого противоречия, ограничивающего развитие социоценоза.
- Построение ИКР: функциональный ИКР, ресурсный ИКР, ИКР по свойствам системы.
- Анализ ресурсов социоценоза: внутренние (персонал, инфраструктура, данные), внешние (партнёры, сообщество, цифровые платформы).
- Применение принципов и стандартов ТРИЗ (используются принципы разрешения противоречий, линии развития систем, элементы АРИЗ).
- Формирование управленческих решений.

Алгоритм функционирования интеллектуального агента TRIZ EduBot показан на рисунке 3.1.

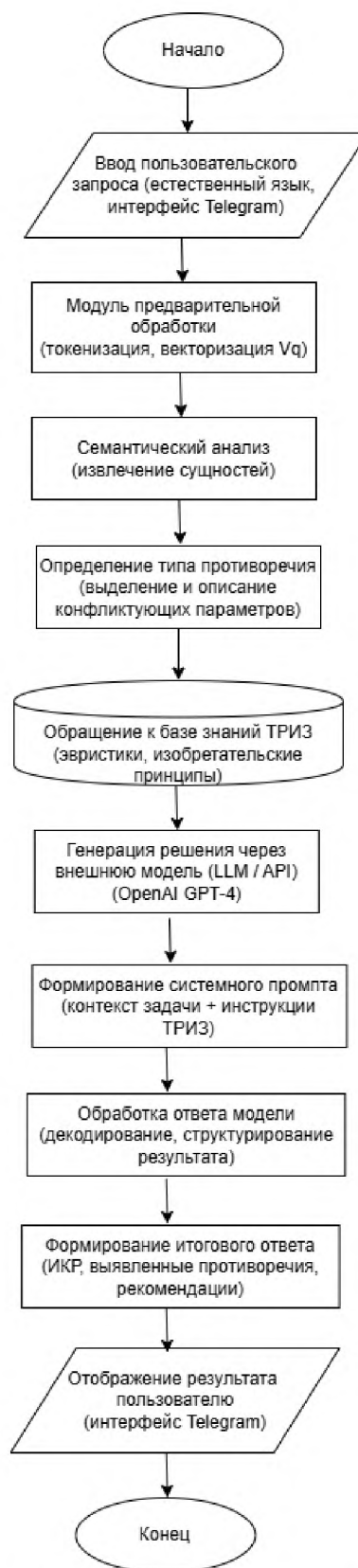


Рисунок 3.1 – Алгоритм функционирования интеллектуального агента TRIZ EduBot

Формат вывода и примеры ответов агента приведены на рисунках 3.2 (а-и). Пользователь формулирует управленческую проблему в свободной текстовой форме, например, «Низкий контингент студентов в вузе» (рисунок 3.2 а).

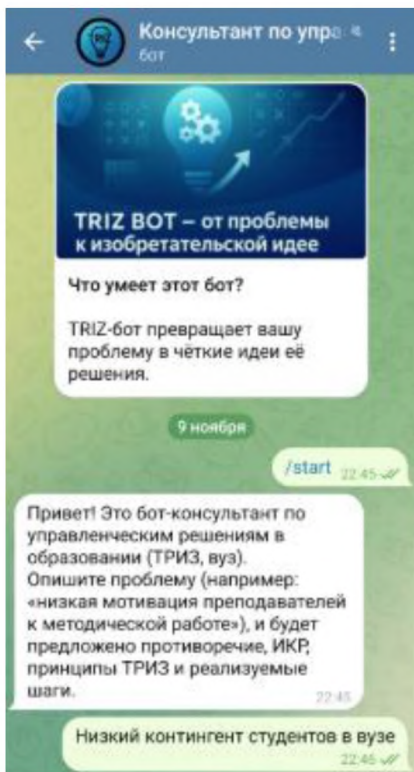
Агент определяет цель управления, уточняет границы системы. Далее проводится функциональный анализ системы – система автоматически выделяет: субъект (университет), объект (абитуриенты), ключевую функцию (привлечение, вовлечение, удержание). Таким образом, результат подаётся в формализованном виде: «Субъект → воздействует → на объект для достижения цели» (рисунок 3.2 б).

После этого осуществляется формулировка управленческого противоречия. Агент выявляет ключевое противоречие, на примере образовательного социоценоза: «Нужно увеличить контингент студентов, но текущие ресурсы и методы недостаточно действенны».

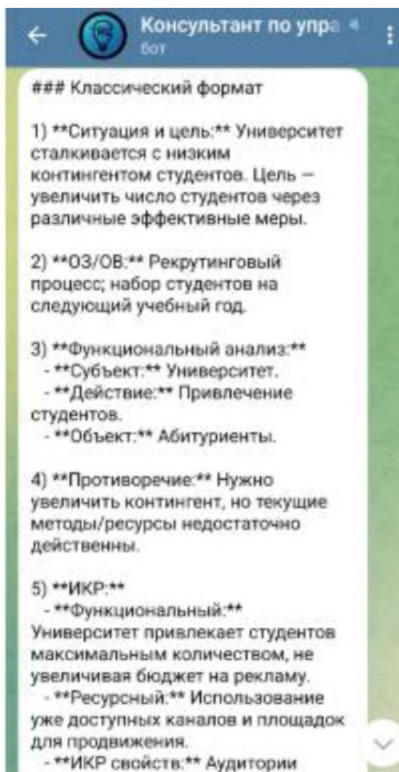
Далее ИИ агент формирует три типа ИКР: функциональный, ресурсный, по свойствам системы. Это соответствует канонам ТРИЗ и обеспечивает целевую ориентацию решений (рис.3.2 б, в).

Ресурсы автоматически классифицируются агентом на: внутренние (преподаватели, студенты, инфраструктура), внешние (партнёры, выпускники, сообщества), информационные и организационные. Анализ ресурсов служит основой для экономичных решений.

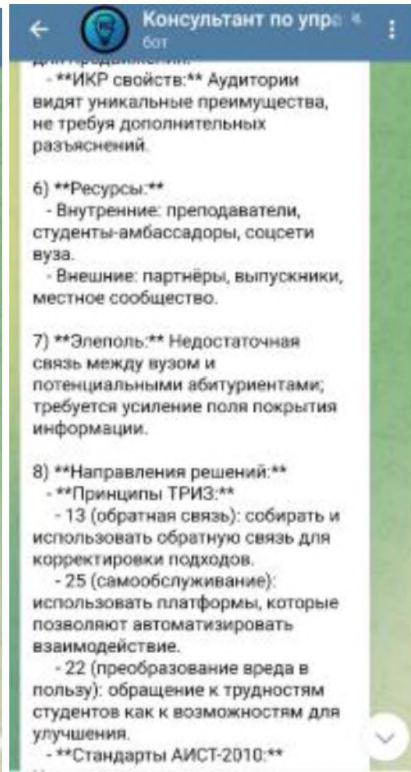
Агент применяет: принципы ТРИЗ (в примере 13, 22, 25), стандарты АИСТ-2010, АРИЗ-подходы, линии развития систем. Результатом является набор альтернативных управленческих решений, а не одно жёсткое предписание. Каждое решение сопровождается: оценкой эффекта, сложностью/стоимостью, рисками и контрмерами. В итоге формируется MVP-план (2–6 недель), метрики эффективности и следующий управленческий шаг (рисунок 3.2 г, д).



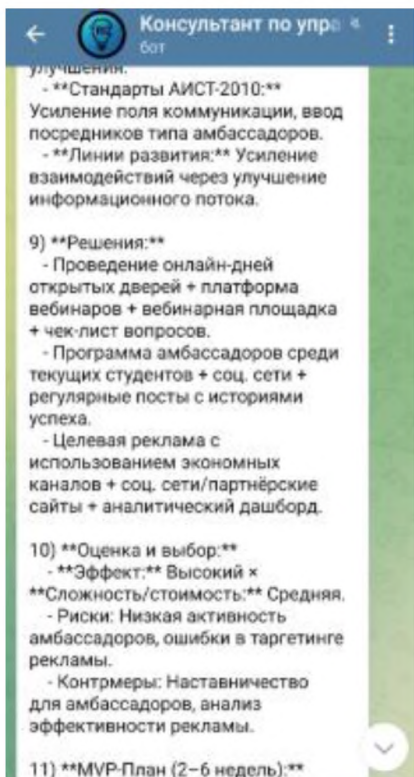
а)



б)



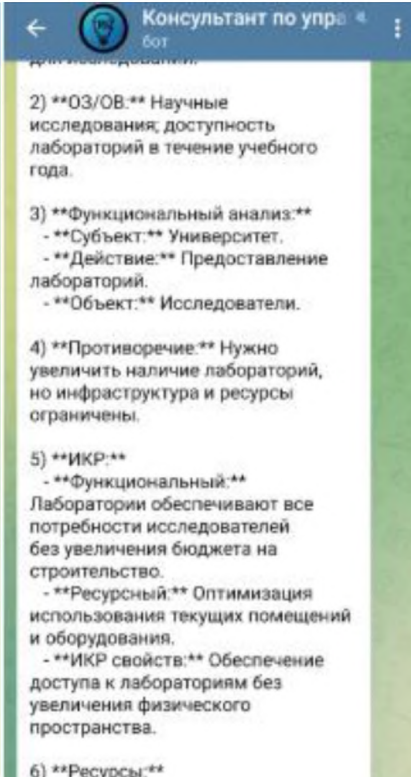
в)



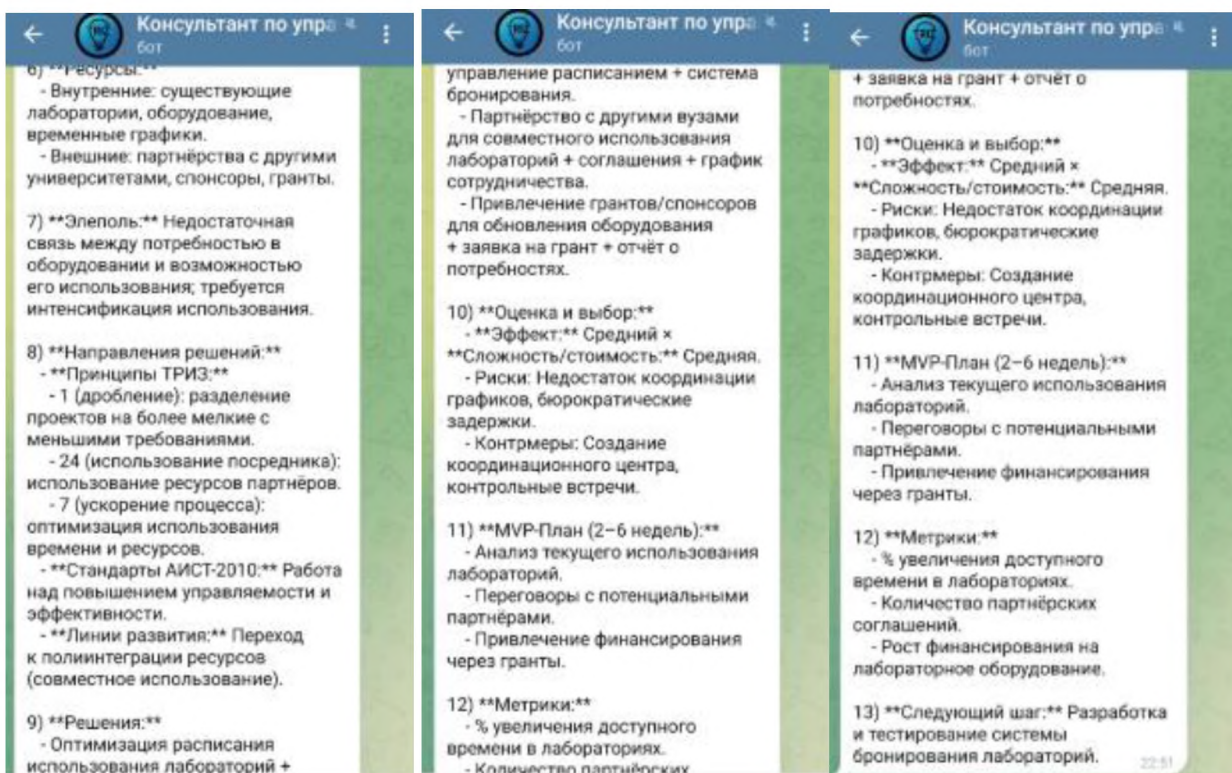
г)



д)



е)



ж) з) и)
 Рисунок 3.2 – Формат вывода и примеры ответов ИИ агента

3.3 Экспериментальное сравнение эффективности решений, полученных от интеллектуального агента, базовой LLM и экспертов в области управления

Для проверки работоспособности разработанного ИИ агента были сформулированы практико-ориентированные кейсы, отражающие типовые управленческие ситуации образовательного социоеноза на примере вуза (кейсы приведены в Приложении 3). Кейсы охватывают различные типы противоречий (организационные, административные, технические и пр.). Использование кейсов обеспечивает апробацию алгоритма в условиях, приближенных к реальной практике управления образовательными системами.

Для каждого кейса сгенерированы три типа решений:

- Группа Т (ТРИЗ-бот): кейс был введен в TRIZ EduBot.
- Группа L (GPT-5.2): в ChatGPT-5.2 (через официальный интерфейс [116]) был введен тот же текст кейса с запросом: «Предложите план решения этой управленческой проблемы».
- Группа Е (Эксперт): текст кейса был дан реальному эксперту из вуза (не участнику экспертной оценки) и получены его письменные рекомендации.

Выдвинули гипотезу: решения, сгенерированные чат-ботом с интегрированной методологией ТРИЗ (противоречие, ИКР, ресурсы, принципы), будут оцениваться экспертами как более системные и инновационные по сравнению с решениями, сгенерированными: базовой LLM (ChatGPT-5.2) без ТРИЗ-контекста и решениями, предложенными опытными экспертами с университета. Сформулированные кейсы были выданы группе экспертов с университета, а также последовательно введены в ChatGPT и разработанный ИИ агент для решения. Затем кейсы с анонимизированными решениями были переданы группе экспертов для независимой оценки.

Для начала был подсчитан суммарный балл решений по каждому из экспертов (рисунок 3.3). Как видно с рисунка, решения ИИ агента набрали наивысший балл (494), с небольшим отставанием в 11 баллов следует ChatGPT, эксперты-люди идут с большим отрывом в 37 баллов от лидера. Это не означает, что люди не компетентны, а лишь значит то, что люди склонные мыслить исходя из собственного опыта и интуиции. А ИИ-агент, благодаря методологии ТРИЗ, способен выходить за рамки шаблонов и синтезировать более системные и креативные варианты.

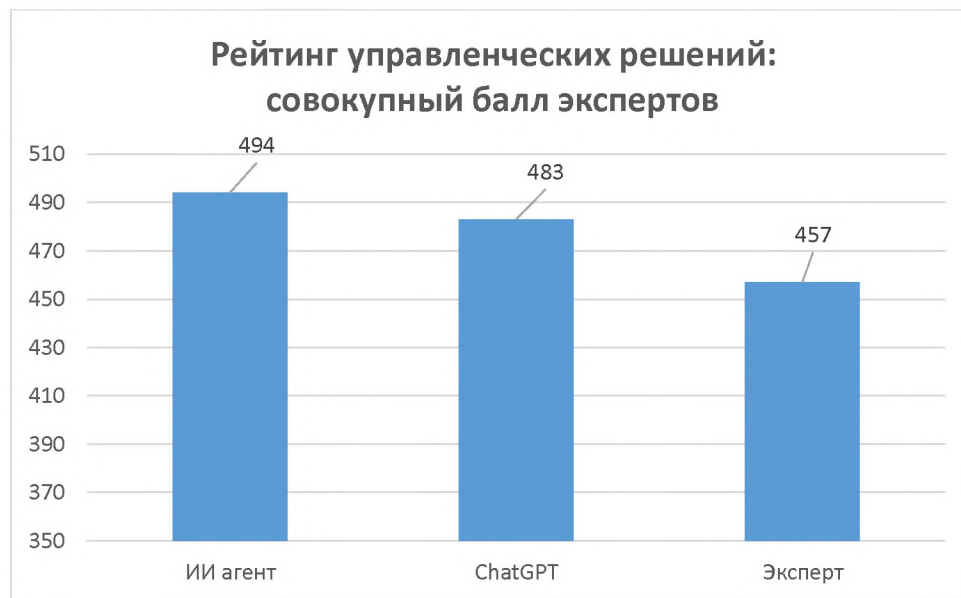
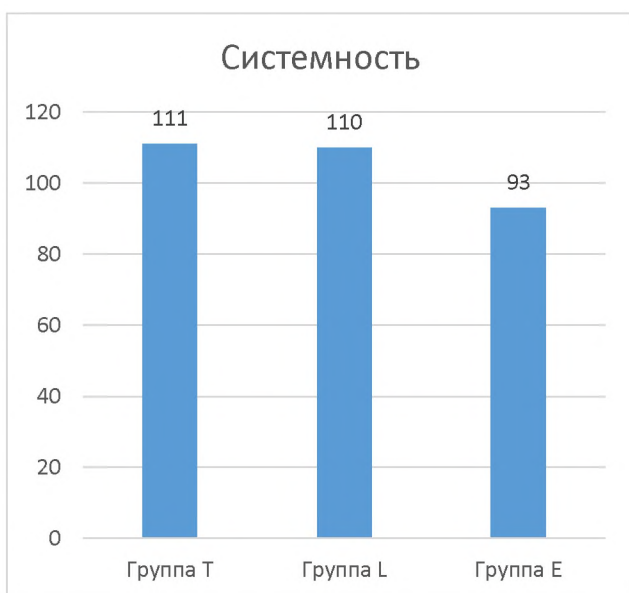
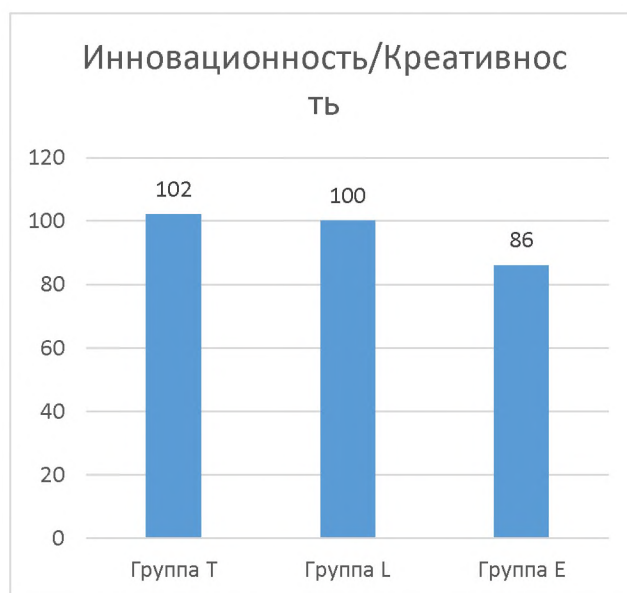


Рисунок 3.3 – Совокупные итоги экспертной оценки

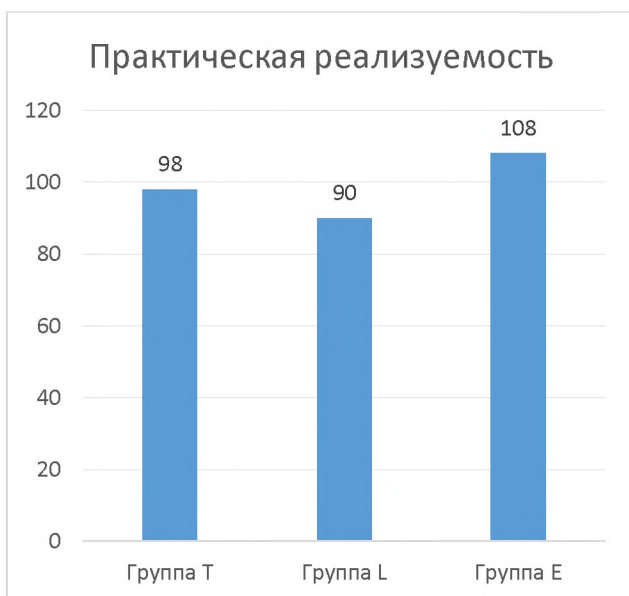
После общей оценки мы провели более детальный анализ (рисунок 3.4), разложив итоговые баллы по четырем ключевым категориям, значимым для управленческих решений (системность, инновационность/креативность, практическая реализуемость, структурированность и ясность).



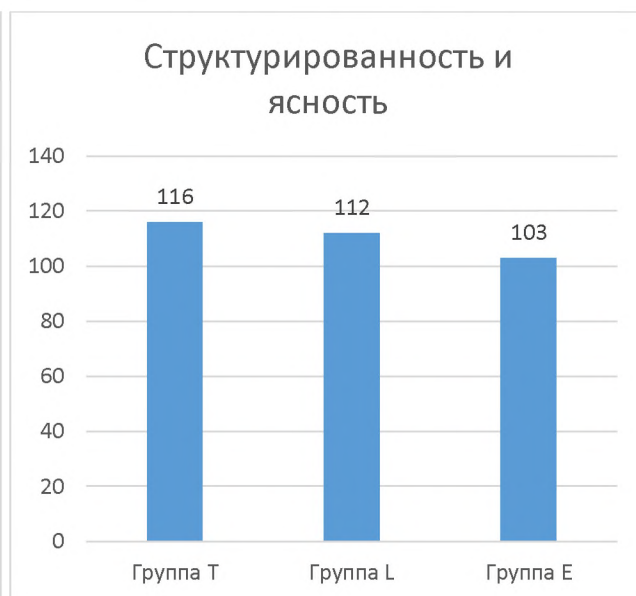
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3.4 – Сравнительный анализ результатов по ключевым критериям оценки управленческих решений

Приведенная апробация показала, что разработанный ИИ агент демонстрирует сопоставимое и в ряде критериев более высокое качество решений по сравнению с альтернативными подходами, а именно по показателям системности, креативности и структурированности. Это позволяет сделать вывод о возможности практического применения агента для поддержки принятия решений

в образовательных социоценозах, но его предложения требуют дополнительной адаптации перед внедрением.

Научная новизна и оригинальность технического решения разработанного интеллектуального агента подтверждены государственным признанием. На программу для ЭВМ «Консультант по управленческим решениям (TRIZ EduBot)» получено свидетельство о внесении сведений в Государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом Республики Казахстан № 64547 от 25 ноября 2025 года (приложение А). Также получен акт о внедрении результатов диссертационного исследования в деятельности Центра искусственного интеллекта и цифровой трансформации университета (приложение Б).

ВЫВОДЫ ПО 3 ГЛАВЕ

Главные результаты третьей главы заключаются в следующем:

1. Спроектирована и программно реализована архитектура интеллектуального агента на основе языка Python с использованием API языковой модели ChatGPT 4.0, интегрирующая методы ТРИЗ и управление социоценозом.
2. В ходе экспериментального сопоставления установлено, что ИИ агент опережает большую языковую модель и профильного эксперта-человека по трём ключевым показателям: системность, креативность/инновационность, структурированность управленческих решений. По критерию практической реализуемости лучшие результаты показал эксперт-человек, что указывает на необходимость сохранения человеческого участия на этапе доработки и внедрения.
3. Получено авторское свидетельство № 64547 (РК), подтверждающее практическую ценность и авторство разработанного программного продукта.
4. Практическая значимость подтверждена актом о внедрении научно-исследовательских результатов диссертационной работы, свидетельствующим об использовании разработанного ИИ-агента в деятельности Центра искусственного интеллекта и цифровой трансформации университета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационном исследовании решена научная задача разработки формализованного подхода к интеллектуальной поддержке управления образовательными социоценозами, основанного на интеграции методологии ТРИЗ, математического моделирования и методов искусственного интеллекта.

Предложено представление образовательного социоценоза как управляемой социотехнической системы, включающей субъектов образовательного процесса, цифровую инфраструктуру и внешнюю среду, что позволяет интерпретировать управление как процесс целенаправленного изменения состояния сложной системы.

Сформирована концептуальная модель управления образовательным социоценозом, в рамках которой управленческое решение рассматривается как результат формализованного разрешения системного противоречия.

Предложен ТРИЗ-ориентированный механизм управления образовательными социоценозами, в котором процесс принятия управленческого решения формализован как последовательность выявления и разрешения системных противоречий с использованием методов математического моделирования и искусственного интеллекта.

Разработан интеграционный алгоритм перехода от качественного описания управленческих ситуаций к формализованным моделям принятия решений, объединяющий методологию ТРИЗ с количественными и эмпирическими методами анализа.

Представлен алгоритм оценки структурной устойчивости образовательного социоценоза, позволяющий выявлять зоны системного риска. Также предложен метод классификации и приоритизации объектов управления в образовательном социоценозе.

Предложена вероятностно-динамическая модель управления образовательным социоценозом на основе марковских процессов, позволяющая описывать изменение структуры переходных состояний системы под воздействием управленческих решений.

Предложена модель профессионального самоопределения абитуриентов как управляемого процесса социоценоза, позволяющая выявлять ключевые факторы выбора образовательной траектории.

Разработана нейросетевая модель прогнозирования образовательных исходов студентов. Точность классификации составила 81.3%, при этом обеспечена высокая степень выявления студентов, окончивших обучение и приемлемый уровень обнаружения отчисленных студентов. Полученные результаты позволяют использовать нейросетевую модель для ранней диагностики отчислений и поддержки управленческих решений.

Разработана модель прогнозирования образовательных процессов на основе количественных данных, позволяющая оценивать динамику образовательного спроса и ключевые параметры развития образовательного социоценоза.

Разработана и программно реализована архитектура интеллектуального агента поддержки принятия решений «TRIZ EduBot», реализующая формализацию проблемных ситуаций, автоматизированное выявление противоречий и генерацию управленческих альтернатив в цифровой образовательной среде. Экспериментальная апробация показала повышение структурированности и вариативности управленческих решений по сравнению с базовыми языковыми моделями и экспертными подходами. Разработанная система интеллектуальной поддержки на основе ИИ-агента внедрена в деятельность Центра искусственного интеллекта и цифровой трансформации Северо-Казахстанского университета имени М. Козыбаева, что подтверждено актами внедрения и свидетельством о государственной регистрации объекта авторского права.

Обоснована эффективность интеграции ТРИЗ и методов искусственного интеллекта для поддержки управленческих решений, выражающаяся в повышении структурированности и вариативности формируемых решений.

Таким образом, поставленная цель диссертационного исследования достигнута. Предложенный подход обеспечивает переход от анализа состояния образовательного социоценоза к управлению его развитием на основе формализованного разрешения противоречий, что расширяет возможности применения методов искусственного интеллекта в образовательных системах.

Перспективы дальнейших исследований связаны с развитием интеллектуальных систем поддержки принятия решений, расширением функциональности ТРИЗ-ориентированных алгоритмов, углублением интеграции с методами машинного обучения, а также формированием предпосылок для развития междисциплинарного направления исследований, ориентированного на интеграцию методов ТРИЗ, искусственного интеллекта и теории управления сложными социотехническими системами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афоризмы Британии: сб. / сост. С.Б. Барсов. Т. 1. – М.: Центрполиграф, 2006. – 382 с.
2. Курмашева Л.Б., Куликов В.П., Куликова В.П. Динамические социотехнические системы: основополагающие принципы и практика: монография // Петропавловск: НАО «Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева». – 2024. – 169 с.
3. Kurmasheva L., Kulikov V., Kurmashev I., Kulikova V., Tajigitov A. The Use of Data Mining in the Management of the Career Guidance Work of the University // Annals of Data Science. – 2024. – Vol. 12. – P. 1923–1940.
4. Куликов В.П., Куликова В.П., Курмашева Л.Б. Интеграция знаний: междисциплинарные кейсы, проекты и задачи для студентов ИТ-специальностей: учебное пособие // Петропавловск: НАО «Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева», 2025. – 235 с.
5. Курмашева Л.Б. Ранговый анализ в вопросах управления образовательными системами // ФГБОУ ДПО «Институт развития дополнительного профессионального образования». – М., 2020. – С. 256–259.
6. Kulikova V., Kurmasheva L., Levashenko V. Adaptation of the method of managing commodity and material values in the tasks of identifying popular educational programs of the university // Proceedings of the International Conference on «Digital World and Engineering Education» (ICDWEE). – Almaty, 2021. – P. 18–21.
7. Курмашева Л. Б., Нерадовская Ю. В., Курмашев И. Г. Приложение цепей Маркова к задачам прогнозирования в социоценозах // Вестник СКУ имени М. Козыбаева. – Almaty, 2024. – No 3 (63). 2024. – С.165-171.
8. Kurmasheva L., Kulikova V., Kurmashev I.G., Sidi F. Forecasting university contingent indicators using mathematical statistical and neural network approaches // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. Серия: Информационные, телекоммуникационные и космические технологии. - Алматы, 2025. – № 1(68). – С.53–65. DOI: 10.51775/2790-0886_2025_68_1_155
9. Курмашев И.Г., Курмашева Л.Б., Мунтинов К.Д. Основы нейронных сетей и искусственного интеллекта: учебное пособие. – Петропавловск: Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, 2025. – 150 с.
10. Kurmasheva L., Valiyev D., Kulikova V., Sidi F. Application of TRIZ methodology and AI bots in managing the sociocenosis of an educational organization // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. Серия: Информационные, телекоммуникационные и космические технологии. – Алматы, 2026. – № 1(72). – С.297-308. DOI: 10.51775/2790-0886_2026_72_1_298

11. Ажмухамедов И.М. Синтез управляющих решений в слабо структурированных плохо формализуемых социотехнических системах // Управление большими системами. 2013. № 42. С. 29–54.
12. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
13. Thunnissen D. Uncertainty Classification for the Design and Development of Complex Systems / D. Thunnissen // Proceedings of the 3rd Annual Predictive Methods Conference, Santa Ana, CA, June, 2003. – P. 1 – 16.
14. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетические принципы коэволюции сложных систем//3я осенняя Сретенская конференция. – М., 17-18 ноября 2025 г.
15. Проталинский О.М., Ажмухамедов И.М. Моделирование плохо формализуемых процессов в социотехнических системах //Прикладная информатика, 2013. – № 4 (46). – С. 106-113.
16. Павловский Ю. Н. Имитационные модели и системы / Ю. Н. Павловский. – М.: Фазис, 2000. – 131 с.
17. Пителинский К. В. Имитационное моделирование социотехнических систем: основы теории массового обслуживания: учебное пособие / К. В. Пителинский, А. В. Бородин. – М.: ИНФРА-М, 2024. – 175 с. DOI 10.12737/1856786.
18. Fajri H. M., Marini A., & Suyono. A bibliometric study on mathematical modelling in elementary schools in the Scopus database between 1990-2024// Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – Vol. 21(2). DOI 10.29333/ejmste/15916.
19. Pham Nguyen Hong, Ngu & Nam, Nguyễn & Cuong, Le & Thao, Trinh. Mathematical modelling in higher education: Evolving research and emerging trends (1980–2023)// Infinity Journal. – Vol. 14(2), 2025. – P.393-418. DOI 10.22460/infinity.v14i2.p393-418.
20. Odo Joel Uchenna, Nebo Chizoba, Obona Edut Egbe, Ngene Adaku Ngozi. Mathematical models: a tool for enhancing educational management effectiveness// INMRJ International Nexus Multidisciplinary Research Journal, 1(2), 2025. P.208-221.
21. Чимшир В.И. Проектное управление сложными социотехническими системами на основе рефлексии// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – № 3/2 (51), 2011. – С. 25–28.
22. Л. фон Берталанфи, С. Бир. Исследования по общей теории систем: Сборник переводов / Общ. ред. и вст. ст. В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23–82.
23. Papachristos G. System dynamics modelling and simulation for sociotechnical transitions research// Environmental Innovation and Societal Transitions, 2019. – Vol. 31. – P. 248–261. – DOI:<https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.10.001>.

24. Yan Zhao, Amy Otteson. A Practice in Enrollment Prediction with Markov Chain Models. – 2024. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2405.14007> (дата обращения: 11.03.2023).
25. Nguyen K. Optimization of Markov chain modeling in predicting college student retention// Journal of Global Education and Research. – 8(3), 2024. – P.270-289. DOI 10.5038/2577-509X.8.3.1360.
26. Marangon J.F., Campos F., Matos E.E., Braga R. David J.M., Ströele V. OntoAGA: Ontology to Support Educational Systems Interoperability// ONTOBRAS 2016, 2016. – P. 71–82.
27. Официальный сайт Фонда Г.С. Альтшуллера (создателя ТРИЗ Г.С. Альтшуллера) [Электронный ресурс]. – СПб.: Официальный фонд Г.С. Альтшуллера, 2003. – Режим доступа: <https://www.altshuller.ru/>
28. Креативный мир [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.trizland.ru/>
29. Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. – Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998. – 395 с.
30. Петров В. М., Азалецкий П. Социо-информационные системы: противоречия и законы развития// ТРИЗ в развитии. – №1, 2023. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsio-informatsionnye-sistemy-protivorechiya-i-zakony-razvitiya> (дата обращения: 12.04.2025).
31. ОТСМ-ТРИЗ Николая Хоменко. Режим доступа: <https://otsm-triz.org/>
32. Сибиряков В.Г., Семенова Л.Н. Анализ систем групповой коммуникации// Научно-практическая конференция «Творчество во имя достойной жизни», Великий Новгород, 2001. Режим доступа: <http://triz.natm.ru/articles/sibir/sibir01.htm>.
33. Соснин Э.А. Методы решения научных, технических и социальных задач : учеб. пособие / под ред. А.Н. Солдатова. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. – 376 с.
34. Nakagawa T. Education and training of creative problem solving thinking with TRIZ/USIT // Procedia Engineering. – 2011. – Vol. 9. – P. 582–595.
35. Gronauer B, Nähler H. TRIZ as an Amplifier for Corporate Creativity and Corporate Innovation Ability// Procedia CIRP. – 39, 2016. – С.185-190. DOI 10.1016/j.procir.2016.01.186.
36. Hatting Steven. Adapting the TRIZ Methodology to Innovative Problem-Solving in Education. Journal of Strategic Innovation and Sustainability, 2025. – 20(2). DOI 10.33423/jsis.v20i2.7657.
37. Jiangang Z., Ali H.B.Y. AI-Enhanced Decision Support Systems for Strategic Higher Education Management: A Framework for Improving Decision-Making

Efficiency and Stakeholder Trust. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. – 15(10), 2025. – P. 1153–1168.

38. Демидов Д.В. Управление образованием на основе данных: цифровой двойник школы, технологии виртуальной и дополненной реальности// Большие данные в образовании: доказательное развитие образования: сб. науч. трудов. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2021. – С. 40-52.

39. Ghosh S., Hughes M., Hughes P., Hodgkinson I. Digital twin, digital thread, and digital mindset in enabling digital transformation: A socio-technical systems perspective// *Technovation*. – Vol. 144, 2025. DOI <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103240>.

40. Almaghrabi H., Soh B., Li A., Alsolbi I. SoK: The Impact of Educational Data Mining on Organisational Administration // *Information*. – Vol. 15(11), 2024. – Art. 738. – DOI 10.3390/info15110738.

41. Maniyan Sh., Ghousi R., Haeri A. Data mining-based decision support system for educational decision makers: Extracting rules to enhance academic efficiency // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. Vol. 6, 2024. – Art. 100242. DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100242.

42. Dr Sohaib Latif, Fang Xianwen, Wang Li-li. Intelligent decision support system approach for predicting the performance of students based on three-level machine learning technique// *Journal of Intelligent Systems*, 2021. – 30. – P.739-749. DOI 10.1515/jisys-2020-0065.

43. Arif Waqas. Smart Learning Ecosystems: Integrating Artificial Intelligence, Blockchain, and the Internet of Things for Sustainable and Equitable Education in the Post-Pandemic World [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: https://www.researchgate.net/publication/396236897_Smart_Learning_Ecosystems_Integrating_Artificial_Intelligence_Blockchain_and_the_Internet_of_Things_for_Sustainable_and_Equitable_Education_in_the_Post-Pandemic_World_Article (дата обращения: 25.12.2025).

44. Dzhanegizova A. Digital transformation of higher education in Kazakhstan: challenges and solutions// *Economic Annals-XXI*, 209(5-6), P.42-55. DOI 10.21003/ea.V209-05.

45. Mutanov G., Mamykova Zh., Kopnova O., Bolatkhan M. Applied research of data management in the education system for decision-making on the example of Al-Farabi Kazakh National University// *E3S Web of Conferences* 159, 2020. DOI 10.1051/e3sconf/202015909003.

46. Елубай Г.Б., Ахметов Б.С., Гнатюк С.А., Шуйтенов Г.Ж. Жоғары білім беруді басқаруда жасанды интеллектті пайдалану: әлемдік және қазақстандық тәжірибе//

- Bulletin of Abai KazNPU. Series of Physical and Mathematical Sciences. – Vol.90(2), 2025. – Almaty. – 200-209. DOI 10.51889/2959-5894.2025.90.2.017.
47. Saudabayeva, D., Uspanov, Z., Baliyeva, Z. et al. A digital-intercultural competence model for educational managers: toward sustainable educational leadership in Kazakhstan. *Sci Rep* 15, 2025. DOI 10.1038/s41598-025-30417-3
48. Zunimova G., Soltan G., Likhachevski D., Issayeva N. Information-logical model of education optimization in remote mode// *Scientific Journal of Astana IT University*. – Vol.14(14), 2023. – P.57-70. DOI: 10.37943/14ZEXL9869.
49. Bazyl O., Abilova O., Karpenko O, Mierienkov H., Poliakova A. Assessing the impact of artificial intelligence integration on educational processes in higher education institutions of Ukraine and Kazakhstan// *Sustainable Engineering and Innovation*. Vol 7(1), 2025. – P. 97-116. DOI 10.37868/sei.v7i1.id418.
50. Ibrayeva Zh., Maimakova A., Gavrilova Y., Akerke A., Akimbayev Y. Problems and Prospects for the Implementation of Artificial Intelligence in the Educational Process of Kazakhstani Universities // *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*. – Vol. 13(1), 2025. – P. 83–96. DOI 10.21533/pen.v13.i1.251.
51. Biloshchytskyi A., Omirbayev S., Mukhatayev A., Kuchanskyi O., Hlebena M., Andrashko Y., Mussabayev N., Faizullin A. Structural models of forming an integrated information and educational system “quality management of higher and postgraduate education”// *Front. Educ.* 9, 2024. DOI 10.3389/educ.2024.1291831.
52. Соснин Э.А., Шувалов А.В., Пойзнер Б.Н. Систематика и патография лидеров // *Государственный советник*. – 2013. – № 2. – С. 5–17.
53. Берталанфи Л. *Общая теория систем*. – М.: Системное моделирование, 1969. – 203 с.
54. Wiener N. *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*. – N.Y.: Wiley, 1948. – 194 p.
55. Кудрин Б.И. Официальный сайт: ценология, технетика, электрика. – URL: <http://www.kudrinbi.ru> (дата обращения: 15.04.2021).
56. Гнатюк В.И. *Техника, техносфера, энергосбережение* [Электронный ресурс]. – М., 2000. – Режим доступа: <http://www.gnatukvi.ru>
57. Гурина Р.В. Научно-образовательный сайт / Р.В. Гурина [Электронный ресурс]. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет. – Режим доступа: <http://gurinarv.ulsu.ru>
58. Гурина Р.В., Морозова Е.В. *Ценология – учение о ценозах разной природы*. Посвящается выдающемуся учёному Борису Ивановичу Кудрину – основателю ценологического учения и ценологической школы, ушедшему из жизни 25 февраля сего года// *Образовательные технологии*. – М., 2020. – № 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsenologiya-uchenie-o-tsenozah-raznoy-prirody->

posvyaschaetsya-vydayuschemusya-uchyonomu-borisu-ivanovichu-kudrinu-osnovatelyu (дата обращения: 12.09.2023).

59. 40 приёмов устранения противоречий (ТРИЗ). Школа ТРИЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.triz.natm.ru/instrum/40priem.htm> (дата обращения: 08.04.2021).

60. Ковалев А. Н. Возможности применения теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) в социальных структурах / А. Н. Ковалев, М. В. Самойлов, Н. П. Кохно // Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы : сборник научных трудов / Белорус. гос. экон. ун-т [и др. ; под общ. ред. И.Л. Акулича]. - Минск : Рэйплац, 2009. - С. 192-195.

61. Касым-Жомарт Токаев Послание Главы государства народу Казахстана «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию» от 8 сентября 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.akorda.kz> (дата обращения: 10.10.2025).

62. «Концепция цифровой трансформации, развития отрасли информационно-коммуникационных технологий и кибербезопасности на 2023-2029 годы», Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 269. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000269> (дата обращения: 10.10.2025).

63. Романива И. Теория хаоса, или порядок через флуктуацию// [Наука и инновации]. – 2009. – № 12 (82). – Режим доступа: <https://innosfera.by/node/607>.

64. Рубин М.С. Исходная проблемная ситуация в ТРИЗ// ТРИЗ в развитии. – №1, 2023. – С.93-106. DOI 10.24412/cl-37095-2023-1-93-107

65. Школа ТРИЗ [Электронный ресурс]. – Образование для новой эры. – URL: trizway.com/art/trizschool дата обращения: 13.04.2022.

66. Костин В.Е., Кочетков В.Г., Саразов А.В. Теория решения изобретательских задач [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – Электрон. текстовые дан. – Волжский, 2022. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru>

67. Филатов В.В., Рамазанов И.А., Безпалов В.В., Федорук С.Ю. Управление качеством на основе цикла Деминга -Шухарта в условиях изменений// Журнал прикладных исследований, 4 (8), 2022. – С. 336-341.

68. Боченина М.В., Нерадовская Ю.В., Курмашева Л.Б., Куликова В.П. Успешность обучения в вузе: статистико-эконометрический анализ //Вестник Алтайской академии экономики и права № 8, 2022. – С.32-36.

69. Kurmasheva L., Levashenko V., Kurmashev I., Kulikova V. Analysis of educational data using data-mining tools // Proceedings of the Workshops on ACeSYRI 2023, Zilina, 2023. – P. 5–8.
70. Kurmasheva L., Kulikova V., Levashenko V. Application of the Pareto principle for the classification of educational programs under COVID-19 // Central European Researchers Journal, Volume 7, Issue 1, 2021. – P.13-17.
71. Курмашева Л.Б., Куликов В.П., Куликова В.П., Сербин В.В. Modeling of a system for assessing the quality of career guidance of applicants upon admission to a university // Вестник АУЭС. Серия: Информационные, телекоммуникационные и космические технологии. – 2023. – № 4(63). – С.119–130. DOI: 10.51775/2790-0886_2023_63_4_119.
72. Коо М., Yang S.-W. Likert-Type Scale // Encyclopedia. – 2025. – Vol. 5(1). – Art. 18. – DOI: 10.3390/encyclopedia5010018.
73. Кулаков А.П. Измерение в социологии: учеб. пособие. – Новосибирск: Сибстрин, 2005. – 124 с.
74. Куликов В.П., Икласова К.Е. Когнитивная модель анализа стратегии развития вуза // Вестник ПГУ - №1 – 2019 – С.196-207
75. Куликов В., Куликова В. Устойчивость процесса/результата обучения как концептуальное ядро его оформления и документирования // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Возможности образовательной области “Математика и информатика” для реализации компетентностного подхода в школе и вузе». – СГПИ, 2022. – С. 92-97.
76. Тележкин В.Ф., Саидов Б.Б. Обработка информации с использованием фильтра Калмана в Matlab Simulink // Системы анализа и обработки данных. – 2021. – № 4(84). С.49-62.
77. Национальная палата предпринимателей Республики Казахстан «Атамекен». НПП «Атамекен» представила итоги рейтинга образовательных программ на республиканском форуме по качеству высшего образования [Электронный ресурс]. – 20 января 2026. – Режим доступа: <https://atamekenim.atameken.kz/ru/news/55980-npp-atameken-predstavila-itogi-rejtinga-obrazovatel-nyh-programm-na-respublikanskom-forume-po-kachestvu-vysshego-obrazovaniya> – Дата обращения: 08.03.2026.
78. Математическое описание ценозов и закономерности технетики // Философия и становление технетики / под ред. Б.И. Кудрина. – Ценологические исследования. – Вып. 1–2. – Абакан: Центр системных исследований, 1996. – 452 с.
79. Гнатюк В. И. Ранговый анализ в управлении техноценозом: монография. – М.: Директмедиа Паблишинг, 2019. – 530 с.

80. Демченко С.А. Ранговый анализ объемов потребления электрической энергии муниципальных учреждений // Сибирский аэрокосмический журнал. - 2009. - Т. 10. - №2. - С. 428-432.
81. Смирнова Л. И., Сидорчукова Е. В., Дрофа М. А., Заремук А. А. ABC-XYZ как аналитический инструмент обоснования управленческих решений // Вестник Академии знаний. 2022. №3 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/abc-xyz-kak-analiticheskiy-instrument-obosnovaniya-upravlencheskih-resheniy> (дата обращения: 20.04.2021).
82. Губанова Е. В. Применение ABC-XYZ анализов в системной оценке товарного ассортимента для повышения операционной эффективности // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2025. – № 10. – С. 184–191.
83. Chen X., Hu Y., Chen J. Community time-activity trajectory modeling based on Markov chain simulation and Dirichlet regression // Computers, Environment and Urban Systems. – 2023. – Vol. 100. – Art. 101933. – DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2022.101933. – ISSN 0198-9715
84. Sadeghian P., Han M., Håkansson J., Zhao, M.X. Testing feasibility of using a hidden Markov model on predicting human mobility based on GPS tracking data// *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, 12(1), 2024 DOI 10.1080/21680566.2024.2336037
85. Bellahsene S., Kloul L. A New Markov-Based Mobility Prediction Algorithm for Mobile Networks. In: Aldini, A., Bernardo, M., Bononi, L., Cortellessa, V. (eds)// *Computer Performance Engineering. EPEW 2010. Lecture Notes in Computer Science.* – Vol. 6342. pp.37-50 Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15784-4_3
86. Jitta A., Klami A. Partially hidden Markov models for privacy-preserving modeling of indoor trajectories // *Neurocomputing.* – 2017. – Vol. 266. – P. 196–205. – DOI: 10.1016/j.neucom.2017.05.035.
87. Mavragani A, Ochoa G, Tsagarakis KP. Assessing the Methods, Tools, and Statistical Approaches in Google Trends Research: Systematic Review// *J Med Internet Res.* 2018. –20(11):e270. DOI 10.2196/jmir.9366.
88. Libório MP, Ekel PI, da Silva Martins CAP. Economic analysis through alternative data and big data techniques: what do they tell about Brazil?// *SN Bus Econ*, 2023. – 3(1):3. DOI 10.1007/s43546-022-00387-z.
89. Mihaela Simionescu, Javier Cifuentes-Faura, Can unemployment forecasts based on Google Trends help government design better policies? An investigation based on Spain and Portugal//*Journal of Policy Modeling*, Volume 44, Issue 1, 2022. – pp.1-21. DOI 10.1016/j.jpolmod.2021.09.011.

90. Borup D., Schütte E. C. M. In Search of a Job: Forecasting Employment Growth Using Google Trends. *Journal of Business & Economic Statistics*, 40(1), 2022. P.186–200. DOI 10.1080/07350015.2020.1791133
91. Яндекс.Радар [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://radar.yandex.ru/> (дата обращения: 18.03.2026).
92. Национальный центр тестирования. – URL: <https://testcenter.kz/> (дата обращения: 25.11.2021).
93. Google Trends [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.google.com/trends/> (дата обращения: 20.03.2026).
94. Старовойтов В.В., Голуб Ю.И. Нормализация данных в машинном обучении// *Informatics*. – 18(3), 2021. – С.83–96. DOI 10.37661/1816-0301-2021-18-3-83-96.
95. Государственная программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://adilet.zan.kz/rus/docs/U100000958_
96. Gorokhova R., Miranov A., Bakhtina E. Регрессионные модели прогнозирования потребностей в учебных местах в образовательных организациях// *Современные информационные технологии и ИТ-образование*, 21(4), 2025. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/1275>.
97. Харитонов И.М., Крушель Е.Г., Привалов О.О., Степанченко И.В., Степанченко О.В. Прогнозирование качества обучения в вузе с помощью методов регрессионного анализа// *Известия СПбГТИ (ТУ)*, 2021. – №56. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-kachestva-obucheniya-v-vuze-s-pomoschu-metodov-regressionnogo-analiza> (дата обращения: 20.04.2021).
98. Селютин В. Д., Лебедева Е. В., Яремко Н. Н. Применение линейных регрессионных моделей в педагогических исследованиях // *Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки*, 2018. – №3 (80). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-lineynyh-regressionnyh-modeley-v-pedagogicheskikh-issledovaniyah> (дата обращения: 20.04.2022).
99. Wang B., Liu H., Gu Y., Pan X. Differentiated instruction on undergraduate students based on classification and prediction of students performance using PSO-BP neural network// *Learning and Instruction*. – 2025. – Vol. 100. – Art. 102210. – DOI: 10.1016/j.learninstruc.2025.102210.
100. Пархоменко С.С. О сокращении времени обработки большого количества данных нейронными сетями методом Левенберга-Марквардта / С.С. Пархоменко // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2014. – №1 (20).

101. Нгуен А.Т., Корилов А.М. Нейронные сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для поиска закономерностей в данных / А. Т. Нгуен, А. М. Корилов // Доклады ТУСУР. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 71–76. DOI 10.21293/1818-0442-2019-22-1-71-76.
102. Закон Республики Казахстан «О персональных данных и их защите» от 21 мая 2013 года № 94-V // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1300000094> (дата обращения: 20.04.2023).
103. Alam M. S., Deb J. B., Amin A. A., Chowdhury S. An artificial neural network for predicting air traffic demand based on socio-economic parameters // Decision Analytics Journal. – 2024. – Vol. 10. – Art. 100382. – ISSN 2772-6622. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100382>
104. Ghasemi A.A., Gitizadeh M. Detection of illegal consumers using pattern classification approach combined with Levenberg-Marquardt method in smart grid// International Journal of Electrical Power & Energy Systems. – 2018. – Vol. 99. – P. 363–375. DOI 10.1016/j.ijepes.2018.01.036.
105. Махотило К. В., Вороненко Д. И. Модификация алгоритма Левенберга-Марквардта для повышения точности прогностических моделей связного потребления энергоресурсов в быту // Вестник НТУ ХПИ. 2005. №56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modifikatsiya-algoritma-levenberga-markvardta-dlya-povysheniya-tochnosti-prognosticheskikh-modeley-svyaznogo-potrebleniya> (дата обращения: 19.04.2023).
106. Азарнова Т.В., Баркалов С.А., Полухин П.В. Разработка гибридного алгоритма обучения структуры динамической байесовской сети на основе метода Левенберга - Марквардта // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника, 2018. – №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-gibridnogo-algoritma-obucheniya-struktury-dinamicheskoy-bayesovskoy-seti-na-osnove-metoda-levenberga-markvardta> (дата обращения: 20.04.2023).
107. Пылькин А. Н., Кокорев Е. И., Макаров В. Г. Использование алгоритма Левенберга-Марквардта при обучении искусственных нейронных сетей для решения задач аппроксимации// Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 18–20 ноября 2020 года. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (BookJet), 2020. – С. 39-41.
108. Clarizia F., Colace F., De Santo M., Lombardi M. Chatbot: An Education Support System for Student// Cyberspace Safety and Security. CSS 2018. Lecture Notes in

Computer Science. – Vol. 11161, 2018. – P. 291–302. DOI: 10.1007/978-3-030-01689-0_23.

109. S. Mendoza [et al.]. Supporting Student-Teacher Interaction Through a Chatbot // Learning and Collaboration Technologies. Human and Technology Ecosystems. HCI 2020. Lecture Notes in Computer Science; ed. by P. Zaphiris, A. Ioannou. Vol. 12206. Cham : Springer, 2020. P. 93-107. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50506-6_8/.

110. Алиева М. В., Тасуева М. Р., Амирова Э. Ф. Чат-боты в электронном обучении: новые возможности и вызовы // Журнал прикладных исследований, 2023. – No 6. С. 159-164. https://doi.org/10.47576/2949-1878_2023_6_159.

111. Романова Е. В., Двигубский А. В. Чат-боты как элемент управления системой // Хроноэкономика. 2019. №7 (20). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chat-boty-kak-element-upravleniya-sistemoy> (дата обращения: 20.10.2025).

112. Букенова И., Жасұзақова М., Талпакова Б., Хусаинов Т. Использование чат-ботов на основе нейросетей в программировании: Обзор. Вестник КазАТК, 126(3), 2023. P. 222–231. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2023-126-3-222-231>.

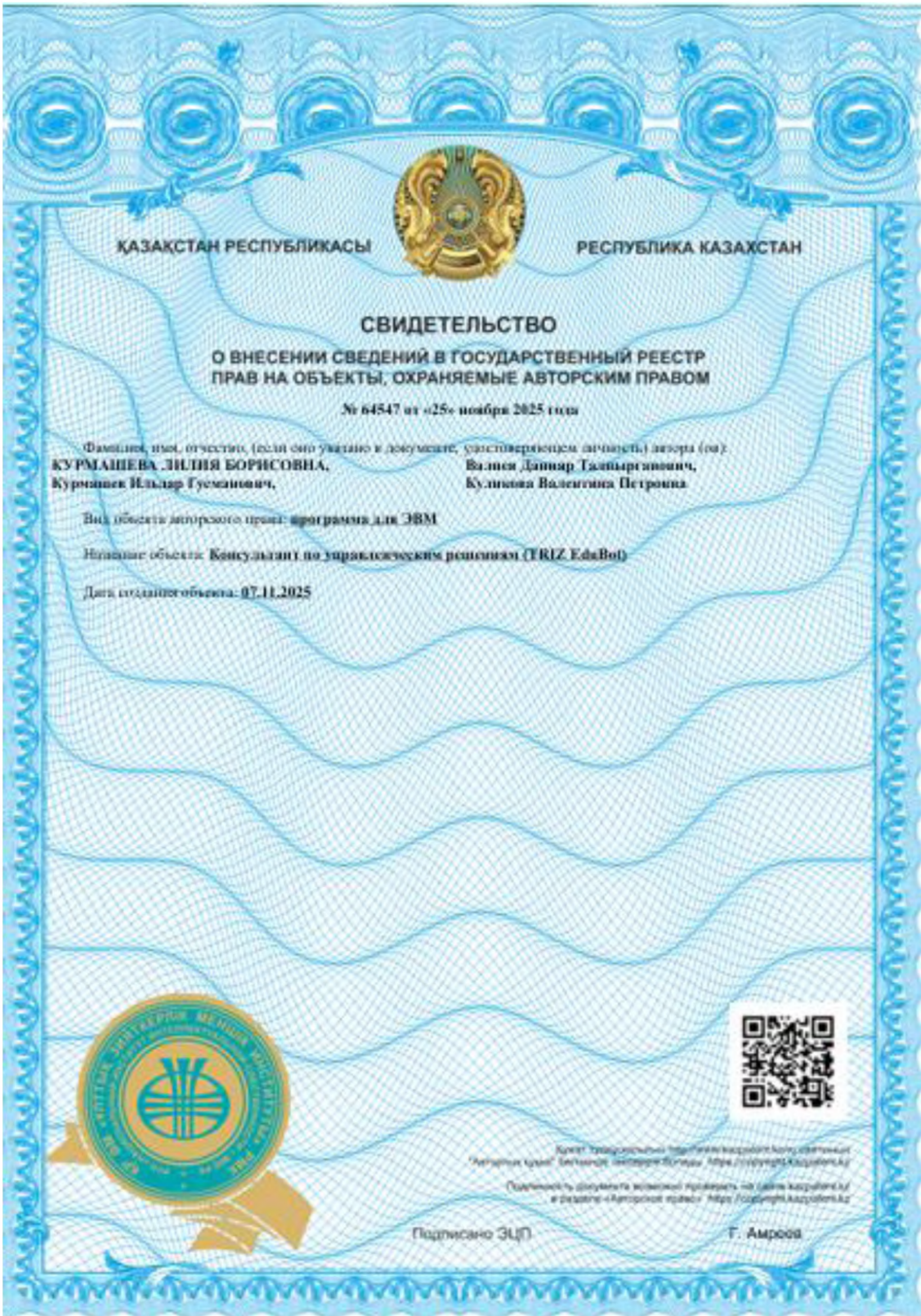
113. Akçapınar Gökhan, Sidan Elif. AI chatbots in programming education: guiding success or encouraging plagiarism// Discover Artificial Intelligence, 2024. DOI 4. 10.1007/s44163-024-00203-7.

114. Шевелькова М. А., Никитин П. В., Горохова Р. И. Возможности применения чат-ботов в образовательном процессе// Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2023. – Т. 19, № 2. – С. 508–515. – DOI: 10.25559/SITITO.019.202302.508-515.

115. Закон Республики Казахстан «об авторском праве и смежных правах» от 10 июня 1996 года № 6-І. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z960000006_.

Использование ИИ

116. OpenAI. GPT-5.2 [Электронный ресурс]: языковая модель / OpenAI, L.L.C. – Режим доступа: <https://openai.com/index/introducing-gpt-5-2/>, свободный. – (дата обращения: 10.12.2026).



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН



СВИДЕТЕЛЬСТВО

**О ВНЕСЕНИИ СВЕДЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР
ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ, ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

№ 64547 от «25» ноября 2025 года

Фамилия, имя, отчество (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) автора (ов):
КУРМАШЕВА, ЗИЛИА БОРИСОВНА, Курманжол Ильдар Гусманович, Валиев Данияр Таптырғанович, Куликова Валентина Петровна

Вид объекта авторского права: **программа для ЭВМ**

Наименование объекта: **Консультант по управленческим решениям (CRIZ EduVo)**

Дата создания объекта: **07.11.2025**



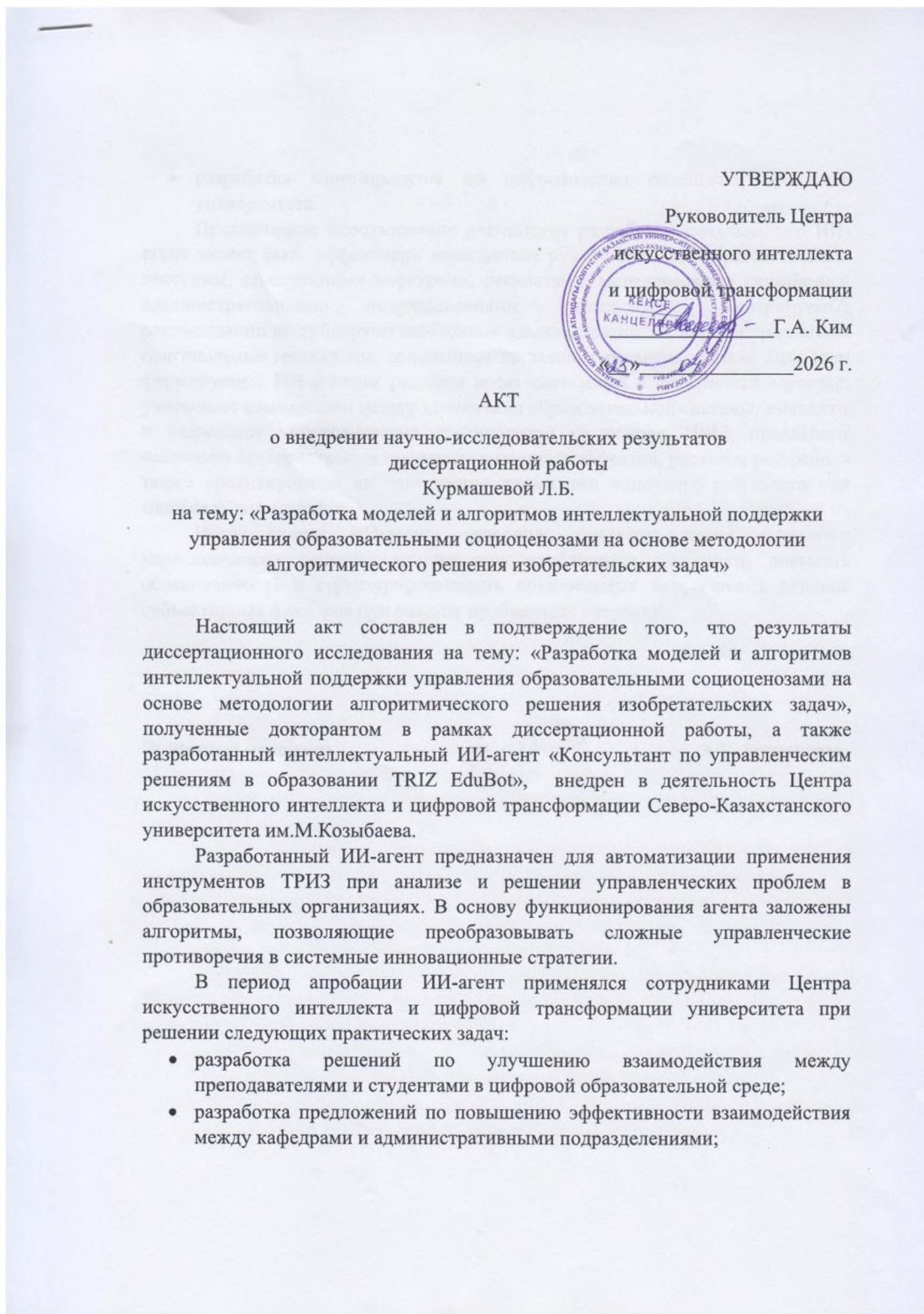
Копия настоящего свидетельства является копией документа «Авторское право» Республики Казахстан, размещенной в государственном реестре «Авторское право» на сайте www.kazpatent.kz и в базе данных «Авторское право» на сайте www.kazpatent.kz

Подписано ЭЦП

Г. Амроод

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Акт о внедрении научно-исследовательских результатов диссертационной работы

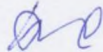


- разработка мини-проектов по цифровизации отдельных процессов университета.

Практическое использование результатов разработки показало, что ИИ-агент может быть эффективно использован руководителями образовательных программ, заведующими кафедрами, деканатами, методическими службами и административными подразделениями университета. Генерируемые рекомендации не дублируют шаблонные административные меры, а предлагают оригинальные механизмы, основанные на законах развития систем. При этом формируемые ИИ-агентом решения носят системный и креативный характер: учитывают взаимосвязи между элементами образовательной системы, выявляют и разрешают управленческие противоречия на основе ТРИЗ, предлагают несколько альтернативных сценариев с оценкой эффектов, рисков и ресурсов, а также ориентированы на достижение идеального конечного результата при минимальных затратах.

Использование ИИ-агента позволило сократить время выработки управленческих решений по типовым проблемным ситуациям, повысить обоснованность и структурированность предлагаемых мер, снизить влияние субъективных факторов при анализе проблемных ситуаций.

Проектный менеджер



А.К. Балпышева

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 Применение приемов разрешения противоречий (АРИЗ/ТРИЗ) для управления образовательными социоценозами

№, название	Прием	Сущность приема	Пример реализации в системе управления вузом/образовательным процессом
<i>1. Способ разрешения противоречия путем разделения противоположных свойств в пространстве образовательной среды</i>	1.1 Деления	Разделить учебный процесс или структуру вуза на независимые части с разными (иногда противоположными) функциями и режимами работы.	Болонская система (бакалавриат + магистратура): Бакалавриат – массовое базовое образование. Магистратура – углубленная научно-исследовательская или профильная траектория. Разделение потоков студентов по уровню подготовки (сильные/слабые) внутри одной дисциплины.
	1.2 Вынесения	Отделить "мешающий" фактор или сложный элемент от основного учебного процесса для его самостоятельной обработки.	Вынос слабых мест: создание центров дополнительного образования или "летних школ" для подтягивания знаний по математике/физике для первокурсников, не мешая основному потоку лекций. Вынос бюрократической отчетности в отдел документационного обеспечения, разгружая время преподавателя

Перенос таблицы В.1

	1.3 «Матрешки»	Один объект (знание, курс) вложен в другой; одна структура управления находится внутри другой	Уровни компетенций: курс «Основы программирования» вложен в модуль «Языки и технологии программирования», который вложен в образовательную программу «Информационные системы в управлении». Или студент (объект управления) вложен в учебную группу, группа – в поток, поток – в школу/колледж/ вуз
	1.4 Местного качества	Разные участки образовательной системы должны выполнять разные функции и иметь разную структуру (неоднородность)	Смешанное обучение: лекции проходят в поточных аудиториях (одно качество), а практические занятия (навыки) – в малых группах или компьютерных лабораториях (другое качество). Разные методики преподавания для гуманитариев и технарей внутри одного вуза.
	1.5 Асимметрия	Отойти от симметричного (равномерного) распределения ресурсов, времени или внимания.	Асимметрия оценивания: изменение весов (коэффициентов) оценки: за экзамен можно поставить максимум 40 баллов, а за текущую успеваемость – рейтинг допуска к экзамену (длительная работа) – 60 баллов, вместо равного деления 50/50. Увеличение доли часов на самостоятельную работу (СРОП) для старших курсов

Перенос таблицы В.1

	1.6 Посредник	Использовать промежуточное звено для передачи знаний, контроля или коммуникации	Автоматизированная система управления (АСУ вуза)/ LMS (Moodle): система выступает посредником между преподавателем и студентом для выдачи заданий, сбора работ и первичного тестирования. Роль лектора как посредника между сложной теорией и пониманием студента
	1.7 Копирование	Заменить реальный сложный процесс или объект его упрощенной (информационной) моделью или имитацией	Симуляторы и тренажеры: виртуальные лабораторные работы по физике или химии, где невозможно провести реальный эксперимент. Использование LLM для генерации вариантов задач (копия труда преподавателя по придумыванию заданий)
2. <i>Способ разрешения противоречия во времени образовательного процесса</i>	2.1 Динамичности	Сделать процесс гибким, меняющим свои параметры во времени в зависимости от этапа обучения	Индивидуальная образовательная траектория: на первых курсах – жесткий набор обязательных дисциплин. На старших – набор элективных курсов. Адаптивное обучение: система меняет сложность следующих заданий в зависимости от успехов студента.

Перенос таблицы В.1

	2.2 «Заранее подложенной подушки»	Компенсировать возможные сбои в обучении заранее подготовленными резервами или страховочными механизмами	Резервные дни сессии/пересдачи. Наличие backup-плана лекций на случай болезни преподавателя (готовый курс на LMS). Система рейтинга, позволяющая набрать баллы заранее.
	2.3. Принцип проскока	Преодолеть "трудный" этап обучения на высокой скорости, не застревая на нем	Интенсивные курсы: к примеру, быстрое прохождение интерфейсной части работы с новой программой, чтобы быстрее перейти к продуктивной работе.
	2.4 Частичного или избыточного решения	Если трудно обучить идеально, обучить базовым основам или дать чуть больше, упрощая задачу оценки	Компетентностный подход: вместо требования «знать всё», мы даем студенту базовые знания. Выдача материала «с запасом» для мотивированных студентов.
3. <i>Способ разрешения противоречия путем изменения структуры системы управления</i>	3.1 Обратной связи	Ввести механизмы получения информации о состоянии системы для ее коррекции	Система «Оценка преподавателя студентами». Постоянный мониторинг текущей успеваемости в электронном журнале. Регулярные опросы о качестве чтения лекций в середине семестра.
	3.2 Дробления	Разделить административную или учебную структуру на более мелкие, автономные единицы	Проектное обучение: деление группы на проектные команды (по 3-5 человек), каждая из которых работает над своим стартапом или задачей. Деление большого факультета на мелкие школы/департаменты по направлениям

Перенос таблицы В.1

<p>4. <i>Способ разрешения противоречия путем системных переходов в надсистеме (вне вуза)</i></p>	<p>4.1 Объединения</p>	<p>Объединить образовательные ресурсы с другими структурами для усиления эффекта</p>	<p>Интеграция с предприятиями города/области: объединение лекций вуза и производственной базы предприятия. Совместные онлайн-программы с другими университетами (к примеру, совместная программа Северо-Казахстанского университета с университетом Аризоны).</p>
	<p>4.2 Обратить вред в пользу</p>	<p>Использовать «проблемные» факторы для обучения</p>	<p>Работа над ошибками: анализ типичных ошибок на экзамене как отдельный учебный модуль. Анализ студентами неэффективных кейсов из реальной практики компаний</p>
	<p>4.3 Самообслуживания</p>	<p>Студент или система должны сами себя обслуживать и развивать</p>	<p>Студенты старших курсов проверяют лабораторные работы младших (тьюторство). Научные кружки, где студенты сами разбирают материал.</p>

Перенос таблицы В.1

	4.4 Наоборот	Сделать неподвижное (преподавателя) подвижным, а подвижное (студента) – неподвижным	Проактивная система поддержки. В традиционной модели студент – активный инициатор (ищет информацию, решает проблемы), а система – пассивный ресурс. В инверсионной модели интеллектуальный агент берет на себя роль активного субъекта: он анализирует цифровой след студента в LMS и, обнаружив признаки учебных затруднений или риска отчисления, первым иницирует контакт, предлагая тьюторскую поддержку, корректировку траектории или дополнительные материалы. Статичный ресурс превращается в динамичного помощника
--	--------------	---	--

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Текст анкеты для проведения социологического опроса

Уважаемый респондент! Вам предлагается заполнить анкету для социологического исследования, посвященного изучению профессиональных установок современной молодёжи.

Участие в опросе является добровольным. Анкета анонимная – фамилию, имя и иные персональные данные указывать не нужно. Все полученные ответы будут использоваться только в обобщенном виде в рамках настоящего исследования.

Ваше мнение очень важно для нас!

1. Укажите пол:

- А) мужской;
- Б) женский.

2. Ваш возраст: _____ полных лет

3. Из каких источников Вы узнали про учебное заведение?

- А) из рекламы в СМИ;
 - Б) от знакомых;
 - В) от родителей, родственников;
 - Г) от одноклассников;
 - Д) от агитаторов учебного заведения;
 - Е) от учителей;
 - Ж) из Интернета;
 - З) другое (указать что) _____
-

4. Что повлияло на ваше решение поступить в данное учебное заведение?
 Пожалуйста, отметьте один из квадратов рядом с каждым вариантом.

	Точно Да	Больше Да, чем Нет	Затрудняюсь с ответом	Больше Нет, чем Да	Точно Нет
1. «Организация учебной и внеучебной деятельности» (наличие современных лабораторий, высококвалифицированных специалистов, организация внеучебной деятельности, возможность участия в различных проектах, возможность получения двудипломного образования)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. «Получение диплома государственного образца и престижность учебного заведения».	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. «Наличие государственного гранта»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. «Влияние агитаторов по профориентации»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. «Широкий выбор образовательных программ»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. «Мнения родителей, учителей, знакомых»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. «Это наша семейная традиция»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. «Удобное расположение учебного заведения»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. «Обеспечение жильем (студенческие общежития)»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. «Размер платы за обучение»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. «Нежелание служить в армии»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. «Высокий процент трудоустройства по специальности»	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Спасибо за участие в социологическом опросе!

Ваши ответы очень важны и помогут получить более точные результаты исследования.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д.1 – Исходные данные и результаты проведения рангового анализа

Номер в списке группы	Введение в веб-дизайн и разработку	Казахский язык	Компьютерная архитектура и операционные системы	Математика 3	Основы академического письма	Практикум по иностранному языку 1	Языки и технологии программирования	средний балл	Ранг
14	5	4	5	5	5	5	5	5	1
4	5	5	5	4	5	5	5	5	2
19	5	4	4	4	5	4	5	4	3
23	4	4	5	4	5	5	4	4	4
15	4	4	5	4	4	5	5	4	5
22	4	4	5	4	5	4	4	4	6
6	4	4	4	4	4	5	4	4	7
9	4	4	5	4	4	4	4	4	8
5	4	4	4	4	4	4	4	4	9
7	3	4	5	4	4	4	4	4	10
17	3	3	4	4	4	4	4	4	11
21	3	4	4	4	4	4	2	4	12
16	4	2	3	3	3	4	5	3	13
24	3	3	3	3	4	4	4	3	14
1	2	2	4	3	3	4	5	3	15
2	2	3	3	3	4	4	4	3	16
13	2	4	4	3	4	3	2	3	17
11	3	2	2	2	4	4	4	3	18
10	2	2	4	4	3	4	2	3	19
20	2	3	2	3	3	4	2	3	20
3	2	2	2	2	2	2	2	2	21
8	2	2	2	2	2	2	2	2	22
12	2	2	2	2	2	2	2	2	23
18	2	2	2	2	2	2	2	2	24

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица Е.1 – Данные для анализа

Годы	Количество школьников, сдающих физику, чел.	Индекс интереса (баллы Google Trends)
2010	32637	27
2011	38525	52
2012	36769	48
2013	27193	36
2014	26137	32
2015	26065	31
2016	26813	29
2017	26582	24
2018	26352	25
2019	23691	24
2020	25700	27
среднее	28769	32
отклонение	4676,045461	9,153215

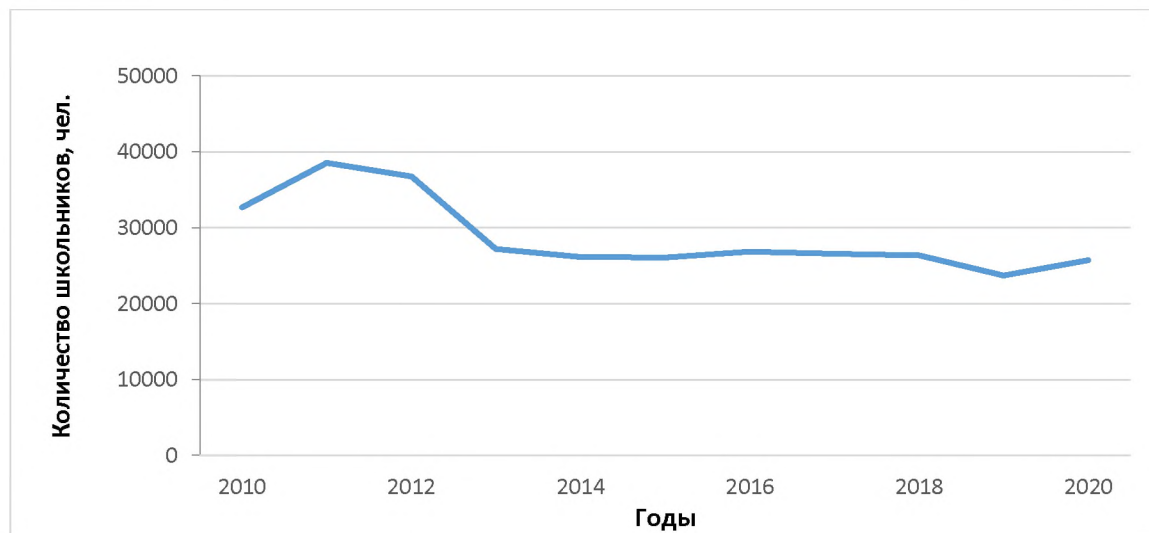


Рисунок Е.1 – Количество казахстанских школьников, выбравших в качестве профильного предмета ЕНТ физику

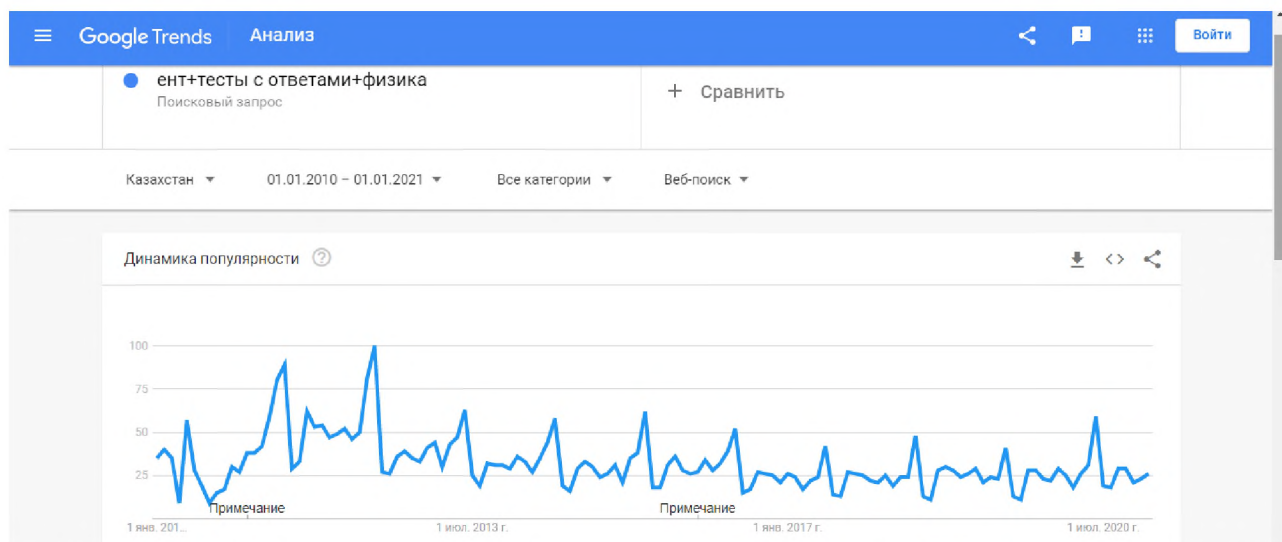


Рисунок Е.2 – Результаты поисковых запросов Google Trends, по ключевым словам, «ЕНТ+тесты с ответами+физика» за 2010-2020 годы

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

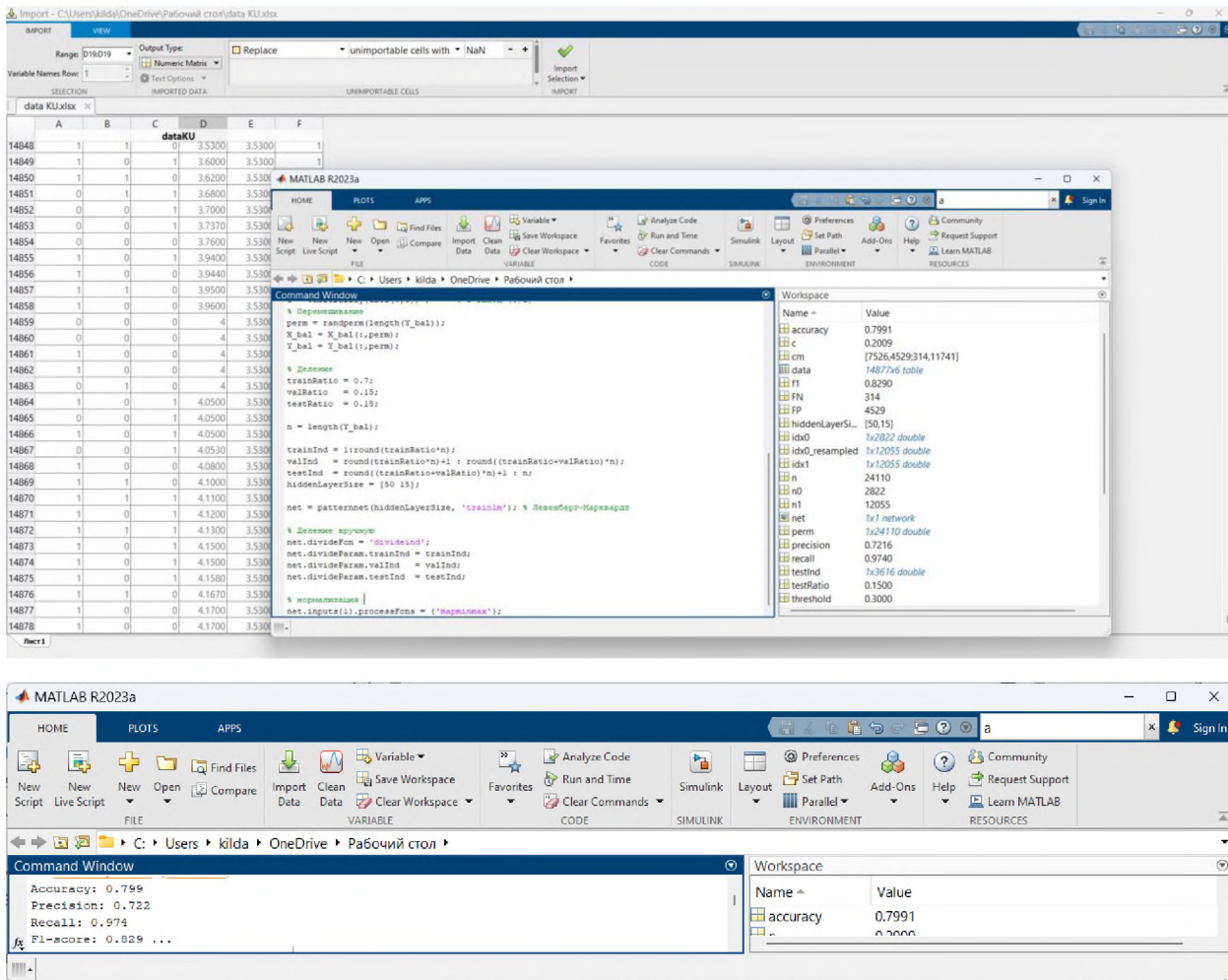


Рисунок Ж.1 – Процесс подготовки данных и программной реализации обучения нейронной сети в среде MATLAB

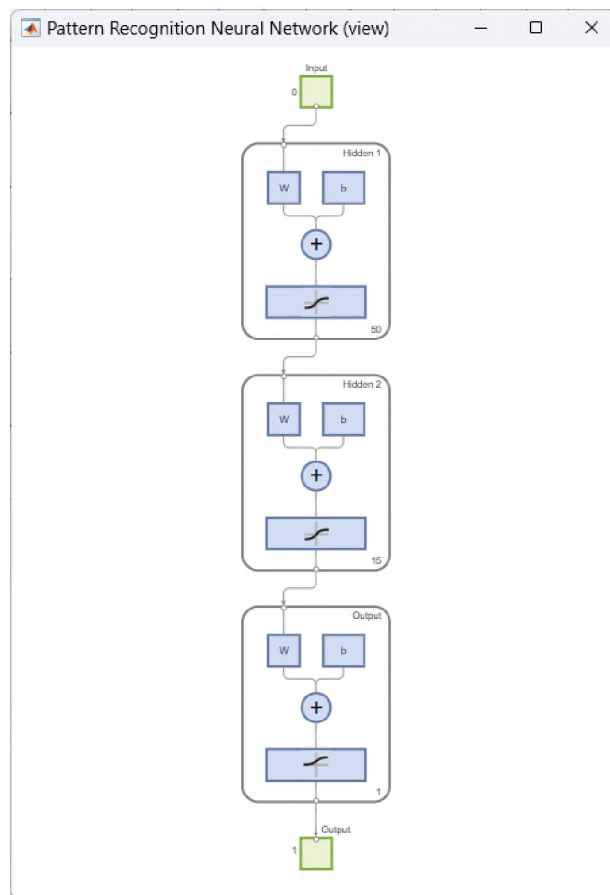


Рисунок Ж.2 –Архитектура нейронной сети

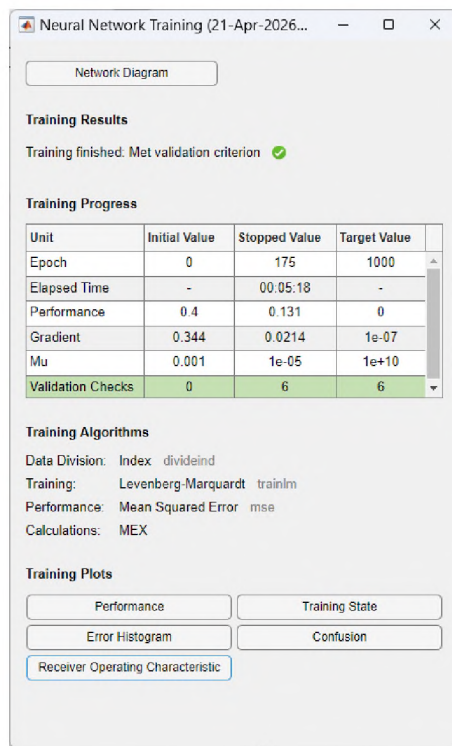


Рисунок Ж.3 – Результаты обучения нейронной сети по алгоритму Левенберга-Марквардта

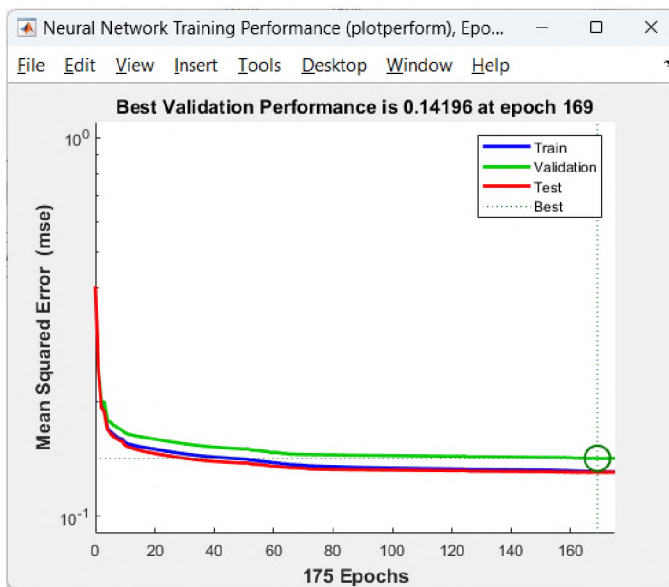


Рисунок Ж.4 – Результаты обучения нейронной сети (MSE, эпохи)

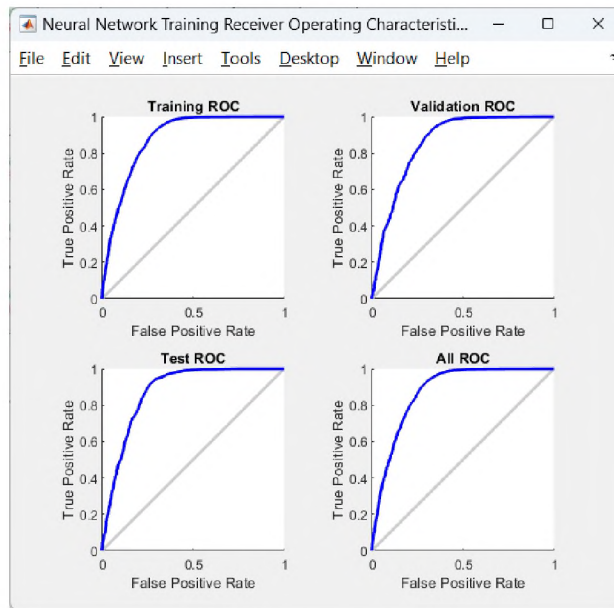


Рисунок Ж.5 – ROC-кривые нейронной сети на обучающей, валидационной, тестовой и полной выборках

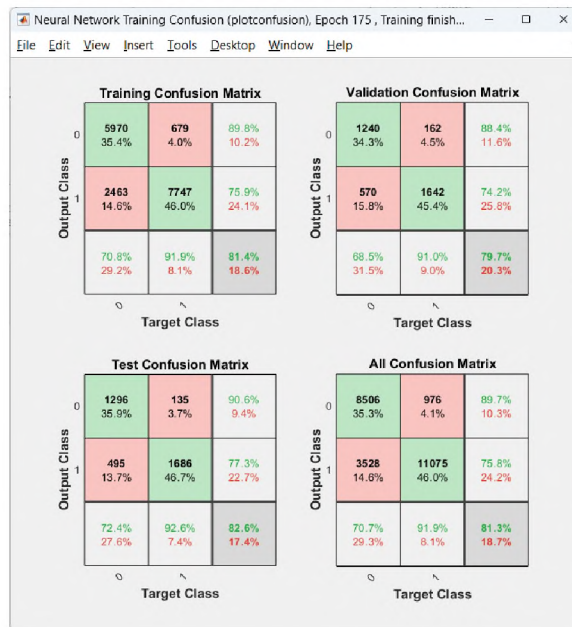


Рисунок Ж.6 – Матрицы ошибок нейронной сети для обучающей, валидационной, тестовой и полной выборки

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Кейсы для апробации интеллектуального агента

Кейс 1 (Социотехнический / Коллапс учебного процесса)

Описание проблемы:

В рамках академической реформы студентам была предоставлена возможность перезачитывать академические задолженности и разницу в дисциплинах учебного плана сертифицированными курсами с платформ Coursera. Цель – максимальная персонализация траекторий и интеграция мирового образовательного контента. Однако через семестр возник системный кризис: студенты массово стали выбирать кратчайшие и наименее требовательные онлайн-курсы для формального закрытия дисциплин, формируя «лоскутное» образование без глубины и системности. Кафедры потеряли контроль над содержанием ключевых компетенций.

Кейс 2 (Технологический / Организационный)

Описание проблемы:

Университет в северном регионе, где частые погодные условия (низкие температуры, метели) вынуждают в зимнее время переводить занятия в онлайн-формат, принял решение о переходе на корпоративную платформу Microsoft Teams for Education. Ключевые аргументы: в отличие от платного Zoom с ограничениями по времени в бесплатной версии, Teams позволяет создавать долгосрочные учебные группы, выкладывать задания, вести журнал успеваемости с выставлением баллов по заранее заданным критериям и интегрируется с другими инструментами вуза. Однако внедрение встречает массовое сопротивление со стороны преподавательского состава. Преподаватели ссылаются на сложность интерфейса, нежелание менять привычные workflows (почта, файлообменники), отсутствие времени на освоение и сомнения в надёжности платформы. Формальные приказы и обязательные инструктажи не работают – в системе регистрируются, но активно не используют. Без единой платформы поддержание должного уровня организации обучения в онлайн-формате становится труднодостижимой задачей.

Кейс 3 (Научный / Кадровый)

Описание проблемы:

Руководство университета ставит стратегическую задачу войти в международные рейтинги и повысить научную репутацию. Ключевым показателем определен рост числа публикаций в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science (WoS). Однако анализ показывает, что публикационная активность профессорско-преподавательского состава остается крайне низкой, особенно в областях, не связанных с естественными науками. Основные причины, выявленные в результате опроса:

- 1) Отсутствие навыков академического письма на английском языке и непонимание требований международных журналов;
- 2) Нехватка времени из-за высокой учебной и общественной нагрузки;
- 3) Страх рецензирования и отказа, ведущий к демотивации после первой неудачной попытки.

Финансовые стимулы (надбавки за публикации) не работают, так как барьер лежит не только в области мотивации, а в области компетенций и процессных сложностей.

Кейс 4 (Социально-психологический / Управление студенческой средой)

Описание проблемы:

В студенческом общежитии университета наблюдается неблагоприятный социально-психологический климат. Формирование замкнутых групп по этнокультурному и территориальному признаку приводит к систематическим микроконфликтам и социальной изоляции студентов, не входящих в данные группы. Существующие управленческие воздействия, такие как кураторские часы, профилактические беседы и культурно-массовые мероприятия, демонстрируют низкую эффективность, оказывая лишь кратковременный нормализующий эффект. Кураторы фиксируют прямые негативные последствия данной ситуации: значимое снижение среднего балла успеваемости среди проживающих в общежитии по сравнению с другими студентами, а также рост количества заявлений о переводе в иное общежитие. Возникает управленческая задача по разработке и внедрению устойчивого механизма интеграции, который был бы органично встроен в повседневную жизнедеятельность студенческого социума, а не основывался на разовых мероприятиях.

Кейс 5 (Стратегический / Развитие регионального образовательного социоценоза в РК)

Описание проблемы:

Региональный университет сталкивается с негативной динамикой в развитии своего образовательного социоценоза: наблюдается системный отток абитуриентов с высокими баллами ЕНТ (более 100) в национальные вузы. Это приводит к снижению среднего балла ЕНТ зачисленных и росту доли абитуриентов, зачисленных по квоте. Существующие профориентационные каналы (работа со школами, колледжами) демонстрируют низкую эффективность для привлечения мотивированной аудитории. Требуется стратегия запуска механизма позитивного развития социоценоза «Региональный вуз – Абитуриенты (ЕНТ)».

Кейс 6 (Социотехнический/Профессиональное выгорание в условиях постоянной связности)

Описание проблемы:

Мессенджер с функцией «прочитано» и ожидание мгновенного ответа в нерабочее время привели к синдрому постоянной тревоги. Сотрудники, в

особенности кураторы первых-вторых курсов, а также руководители среднего звена, находятся в состоянии хронического стресса, проверяя чаты по вечерам и в выходные. Граница между работой и личной жизнью исчезла. Это привело к росту профессионального выгорания, страху сотрудников «пропустить важное» и неформальному давлению со стороны начальства, отправляющего сообщения в позднее время.

Кейс 7 (Академический / Методический)

Описание проблемы:

На 1-2 курсах университета стабильно высок процент неудовлетворительных оценок за контрольные работы по высшей математике (по разделам: «Пределы», «Производные», «Интегралы» и пр.). Анализ работ показывает, что студенты в целом понимают теорию на лекциях и решают типовые примеры на семинарах, но в стрессовых условиях контрольной (ограничение по времени, отсутствие подсказок) допускают массу алгебраических и арифметических ошибок, «застревают» на одном задании, не успевая перейти к другим, и не могут применить нужный метод к слегка измененной формулировке задачи. Увеличение количества контрольных для «тренировки» привело лишь к росту стресса и отрицательному отношению к предмету. Преподаватели констатируют: «Знают, но не могут показать на контрольной».