ResearchGate Google Scholar eLIBRARY.RU WORLD of JOURNALS
CYBERLENINKA doi ISSN Scientific Journal Impact Factor DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS OPEN ACCESS

"IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

international scientific-practical journal

ALMATY, KAZAKHSTAN

ISSN: 3007-8946



15 SEPTEMBER 2026

els.education23@mail.ru
irc-els.com

international scientific centre “Endless light in science”

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»

Main editor: Y. Abiyev

Editorial colleague:
B. Kuspanova
Sh Abyhanova

International editorial board:
R. Stepanov (Russia)
T. Khushruz (Uzbekistan)
A. Azizbek (Uzbekistan)
F. Doflat (Azerbaijan)

International scientific journal «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», includes reports of scientists, students, undergraduates and school teachers from different countries (Kazakhstan, Tajikistan, Azerbaijan, Russia, Uzbekistan, China, Turkey, Belarus, Kyrgyzstan, Moldova, Turkmenistan, Georgia, Bulgaria, Mongolia). The materials in the collection will be of interest to the scientific community for further integration of science and education.

Международный научный журнал «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», включают доклады учёных, студентов, магистрантов и учителей школ из разных стран (Казахстан, Таджикистан, Азербайджан, Россия, Узбекистан, Китай, Турция, Беларусь, Кыргызстан, Молдавия, Туркменистан, Грузия, Болгария, Монголия). Материалы сборника будут интересны научной общественности для дальнейшей интеграции науки и образования.

15 сентября 2026 г.
Almaty, Kazakhstan

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089461

ФАКУЛЬТАТИВ С ПЕРЕМЕННЫМ ЯДРОМ: ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МИССИЙ И ДОКАЗАТЕЛЬНОГО СЛЕДА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

САУЛЬСКАЯ ОЛЬГА АНАТОЛЬЕВНА
Модератор, КГУ ОШ №11, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

THUKU HARRISON
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *Факультативное занятие нормативно и педагогически связано с углублением знаний, развитием интересов и способностей обучающихся. Однако сама добровольность выбора курса ещё не делает обучение субъектным. На практике факультатив нередко наследует архитектуру обязательного урока: преподаватель заранее определяет тему, способ действия, темп, форму результата и критерии успешности, а ученику остаётся выбрать только факт посещения. Возникает противоречие между заявленной свободой факультатива и фактической неизменностью учебного поведения. Дополнительное напряжение создают генеративные системы искусственного интеллекта: они ускоряют подготовку внешне убедительного продукта, но одновременно затрудняют различение результата деятельности и результата учения.*

Цель статьи — теоретически обосновать авторскую модель факультатива с переменным ядром, в которой единицей проектирования выступает не последовательность тем, а образовательная миссия, завершающаяся проверяемым общественно или предметно значимым продуктом. Методологическую основу составили положения теории самодетерминации, концепции субъектности обучающегося, формирующего оценивания, саморегулируемого и проектно-исследовательского обучения, а также современные рекомендации по ответственному применению искусственного интеллекта в образовании. В модели выделены пять взаимосвязанных механизмов: структурированная автономия, переменное содержательное ядро, паспорт образовательной миссии, доказательный след ученика и профильная оценка образовательного продвижения.

Научная новизна состоит в переносе центра оценки с итогового продукта на реконструируемую цепочку выбора, доказательства, проверки, исправления и переноса способа действия в новую ситуацию. Предложена логика распределения содержания между инвариантной, вариативной и возникающей частями курса; разработан цикл миссии; определён состав доказательного следа при использовании искусственного интеллекта; предложен диагностический индекс образовательной субъектности. Практическая значимость модели связана с возможностью её применения в факультативах гуманитарного, естественно-научного, технологического и междисциплинарного профиля. Статья не содержит результатов педагогического эксперимента: представленные

пропорции и диагностические инструменты имеют статус проектных гипотез и требуют последующей эмпирической проверки.

Ключевые слова: *факультативный курс, образовательная миссия, переменное ядро, структурированная автономия, субъектность ученика, доказательный след, формирующее оценивание, проектное обучение, искусственный интеллект, педагогическая инженерия.*

Введение.

В действующем государственном общеобязательном стандарте образования Республики Казахстан факультативные занятия определяются как дополнительное обучение, направленное на углубление знаний, развитие интересов и способностей обучающихся [1]. Это определение задаёт факультативу особую функцию. Он не должен быть лишь ещё одним часом предмета, перенесённым за пределы основного расписания. Его педагогический смысл возникает там, где ученик получает пространство для содержательного выбора, пробует способы действия, которые трудно развернуть в обычном уроке, и проверяет собственный интерес практикой.

Однако организационная форма сама по себе не меняет учебную реальность. Можно назвать курс факультативным, оставить посещение добровольным и при этом сохранить все признаки жёстко заданного обучения: единый маршрут, одинаковое задание, один допустимый ответ, оценку только готового результата. В таком случае ученик выбирает вывеску, но не принимает решений внутри деятельности. Свобода оказывается административной, а не педагогической.

Это противоречие приобретает дополнительную остроту на фоне развития генеративного искусственного интеллекта. Текст, изображение, презентация, программный код или подбор аргументов теперь могут быть созданы быстрее, чем преподаватель успевает восстановить происхождение результата. Поэтому прежняя логика — «ученик изготовил продукт, значит, он научился» — становится ненадёжной. Речь не о запрете технологии. ЮНЕСКО связывает её образовательное применение с человекоцентричным подходом, развитием человеческой способности действовать и ответственным использованием [2]. Значит, педагогике требуется не охрана старой формы задания, а новая архитектура видимого учения.

Международная рамка ОЭСР помещает субъектность обучающегося в центр образования будущего и связывает её со способностью осмысленно направлять собственные действия [3]. Но субъектность нельзя выдать школьнику вместе с листом свободных тем. Если у него нет способов поиска, критериев качества, доступа к ресурсам и своевременной обратной связи, свобода быстро превращается либо в копирование готового решения, либо в деятельность наиболее подготовленного участника группы. Метаанализ 72 исследований исследовательского обучения показал положительный вклад педагогического сопровождения в учебные действия, успешность выполнения и результаты обучения [4]. Следовательно, проблема состоит не в выборе между свободой и управлением, а в проектировании их продуктивного сочетания.

Объектом исследования выступает организация факультативного обучения, в высшей и старшей школе. Предмет исследования — педагогические механизмы, позволяющие превратить факультатив в среду осознанного выбора, исследовательского действия и доказуемого авторства обучающегося.

Цель статьи заключается в разработке модели факультатива с переменным ядром. Для достижения цели использованы теоретический анализ научных и нормативных источников, функциональное моделирование учебного процесса, сопоставление педагогических противоречий и проектирование диагностического инструментария.

Исследовательская гипотеза формулируется следующим образом: факультатив будет развивать образовательную субъектность не за счёт максимального количества вариантов, а при одновременном выполнении трёх условий — ученик принимает решения, влияющие на

ход работы; каждое решение оставляет проверяемый доказательный след; преподаватель управляет не готовым ответом, а границами, ресурсами, качеством аргументации и обратной связью. Предлагаемая модель носит концептуальный характер. Она задаёт конструкцию для пилотирования, но не даёт оснований заранее утверждать её эффективность.

Слабое место многих факультативов обнаруживается не в содержании, а в устройстве выбора. Ученик может добровольно записаться на курс «Неизвестные страницы истории», но затем весь семестр слушать объяснение учителя и воспроизводить готовые интерпретации. Формально выбор состоялся. Педагогически — почти нет, поскольку принятое решение не изменило ни исследуемый вопрос, ни способ работы, ни форму результата, ни ответственность ученика.

Теория самодетерминации помогает точнее увидеть эту проблему. Автономная мотивация связана не просто с наличием привлекательной темы, а с поддержкой трёх психологических потребностей: автономии, компетентности и связанности с другими людьми [5]. Если преподаватель предлагает выбор без средств действия, ученик получает автономию без переживания компетентности. Если каждый выполняет только индивидуальный проект, связь с другими участниками ослабевает. Если группа работает совместно, но решения принимает один сильный учащийся, формальная коллективность скрывает отсутствие субъектности остальных.

Отсюда следует исходный принцип предлагаемой модели — структурированная автономия. Преподаватель заранее определяет образовательные границы: обязательные способы мышления, требования к доказательствам, правила безопасности, допустимое использование данных и искусственного интеллекта, сроки контрольных точек. Внутри этой конструкции ученик выбирает проблему, роль, часть метода, формат продукта и способ его доработки. Преподаватель удерживает качество процесса; обучающийся приобретает реальное право влиять на его траекторию.

Значимый выбор должен отвечать трём условиям. Во-первых, варианты должны быть различимы по последствиям: выбор видеоролика вместо доклада недостаточен, если обучающийся в обоих случаях механически пересказывает один и тот же материал. Во-вторых, выбранный путь должен требовать обязательства — распределения времени, принятия роли, защиты решения. В-третьих, должен существовать механизм пересмотра: субъектность проявляется не только в первоначальном решении, но и в способности изменить его после столкновения с фактами.

Уровень выбора	Что решает ученик	Педагогическая ценность	Основной риск
Нулевой	Только посещать или не посещать курс	Добровольность входа	Факультатив повторяет обычный урок
Тематический	Выбирает одну из предложенных тем	Возникает личный интерес	Темы различаются названием, но не способом деятельности
Операциональный	Выбирает вопрос, источник данных, метод или форму проверки	Формируется ответственность за решение	Ученик переоценивает свои ресурсы
Ролевой	Определяет личный вклад в совместную миссию	Становится видимым индивидуальное авторство	Роли превращаются в формальные ярлыки

Рефлексивный	Решает, что пересмотреть и какой способ перенести в новую задачу	Развивается саморегуляция	Рефлексия подменяется общими словами

Авторская позиция состоит в том, что факультатив начинается не там, где учебное заведение предлагает несколько названий курсов, а там, где выбор учащегося меняет хотя бы один существенный параметр учебной деятельности и влечёт проверяемые последствия. При этом свобода не равна педагогическому отступлению. Напротив, чем разнообразнее маршруты, тем точнее должны быть общие критерии доказательности и безопасности.

Обычная программа строится вокруг последовательности тем: сначала первая, затем вторая, после неё контрольная работа. Для обязательного курса такая логика часто оправданна, поскольку обеспечивает систематичность. В факультативе она создаёт иной эффект: программа успевает устареть раньше, чем встретится с реальным интересом конкретной группы. Преподаватель вынужден либо строго исполнить план, потеряв живой вопрос учеников, либо постоянно отступать от него, превращая курс в плохо управляемую импровизацию.

Модель переменного ядра снимает это противоречие за счёт разведения содержания и способа действия. Неизменным ядром становятся не все заранее перечисленные факты, а интеллектуальные операции, которые ученик должен освоить независимо от выбранной темы: увидеть проблему, сформулировать проверяемый вопрос, отличить источник от пересказа, сопоставить данные, создать решение, подвергнуть его критике, исправить и объяснить перенос полученного способа в другую ситуацию. Тематика может меняться; качество мышления не становится случайным.

Для первого пилотирования предлагается проектная пропорция 50 : 30 : 20. Около 50 процентов времени занимает инвариантная часть: базовые понятия, методы, безопасность, этика, работа с источниками и общие контрольные точки. Около 30 процентов отводится вариативным миссиям из подготовленного преподавателем банка. Оставшиеся 20 процентов образуют возникающую часть — вопросы и задачи, появившиеся из наблюдений учащихся или промежуточных результатов. Эта пропорция не является установленной научной нормой. Она предлагается как стартовая инженерная гипотеза, которую учебные заведения должны корректировать по возрасту, предмету и ресурсам.

Слой программы	Кто задаёт содержание	Что в нём фиксируется	Что может изменяться
Инвариантный	Преподаватель и программа курса	Понятия, способы проверки, этические ограничения, требования к доказательствам	Примеры, темп освоения, форма тренировки
Вариативный	Преподаватель совместно с учащимися	Перечень доступных ресурсов и критерии результата	Проблема, роль, метод, продукт, адресат
Возникающий	Учащиеся при экспертной проверке преподавателя	Срок, безопасность, связь с целью курса	Новый вопрос, локальная ситуация, неожиданная гипотеза

Такой факультатив проектируется не линейным тематическим планом, а двухмерной матрицей. По вертикали располагаются осваиваемые способы действия; по горизонтали — последовательность образовательных миссий. Одна миссия может быть исторической, другая экологической, третья технологической, но в каждой учащийся вновь проходит путь от

вопроса к доказательству и от первой версии к исправленной. Повторяется не материал, а более зрелая форма интеллектуальной работы.

Здесь возникает принципиальное ограничение. Переменное ядро нельзя использовать как оправдание содержательной пустоты. Чтобы исследовать загрязнение школьной территории, нужны знания по естествознанию и базовые способы измерения; чтобы реконструировать исторический маршрут, необходимо понимать различие между источником эпохи и поздней интерпретацией; чтобы обсуждать работу алгоритма, нужно освоить хотя бы элементарные представления о данных и вероятностном характере ответа. Короткое прямое объяснение преподавателя не исчезает. Оно перемещается к моменту, когда знание становится инструментом решения, а не предварительной лекцией «на всякий случай».

Результатом проектирования становится карта переменного ядра, включающая пять элементов: перечень обязательных способов действия; банк миссий разной сложности; допустимые зоны ученического выбора; минимальный стандарт доказательства; условия появления новой миссии. Эта карта позволяет сохранить управляемость курса и одновременно не бетонировать его содержание. Факультатив получает позвоночник, но не превращается в гипс.

Проектная деятельность давно используется в образовании, однако наличие проекта ещё не гарантирует учебного продвижения. Метаанализ 66 экспериментальных и квазиэкспериментальных исследований выявил в среднем положительный вклад проектного обучения в учебные результаты, но одновременно показал зависимость эффекта от предмета, длительности, размера группы и других условий [6]. Следовательно, фраза «пусть учащийся сделает проект» не является педагогической технологией. Требуется конструкция, в которой видны проблема, адресат, ограничения, индивидуальный вклад и механизм проверки.

В предлагаемой модели такой конструкцией служит образовательная миссия — ограниченная по времени задача, имеющая реального или моделируемого адресата, требующая применения предметных знаний и завершающаяся не только продуктом, но и доказательством его обоснованности. Слово «миссия» используется не ради игрового эффекта. Оно подчёркивает наличие внешнего смысла: работа должна быть кому-то нужна, что-то объяснять, изменять или делать проверяемым.

Каждая миссия начинается с паспорта. В нём фиксируются проблема, адресат, обязательный вопрос, доступные ресурсы, ограничения, минимальный доказательный стандарт, индивидуальные роли, форма промежуточной проверки и условие завершения. Паспорт защищает курс от двух крайностей: от заранее расписанного преподавателем сценария и от хаотической свободы, в которой группа долго обсуждает идею, но не приближается к результату.

Этап миссии	Действие ученика	Действие преподавателя	Обязательный след
Сигнал	Замечает противоречие в реальной или моделируемой ситуации	Предъявляет контекст и проверяет его безопасность	Первичное наблюдение и вопрос
Выбор и контракт	Выбирает роль, способ участия и предварительный продукт	Проверяет выполнимость и распределение ответственности	Личная карта обязательств
Мастерская знания	Осваивает недостающий способ или понятие	Даёт короткое объяснение, образец, источник или тренировку	Пробное действие с обратной связью

Сборка версии	Создаёт решение и связывает его с данными	Задаёт вопросы, не подменяя решение	Первая версия и карта источников
Критическая проверка	Ищет слабые места в своей и чужой работе	Организует проверку критериями и контрпримером	Перечень ошибок и принятых решений
Публичный выход	Представляет продукт адресату и отвечает на вопросы	Обеспечивает содержательную, а не церемониальную экспертизу	Итоговая версия и ответ на замечания
Перенос	Применяет освоенный способ в новой короткой задаче	Меняет контекст, сохраняя интеллектуальную операцию	Карта переноса

Рассмотрим возможную миссию междисциплинарного факультатива «Город, которого не видно». Учащийся исследует, насколько безопасен и понятен маршрут от остановки общественного транспорта до школы для младших школьников. Одна группа проводит наблюдение по заранее согласованному перечню признаков, другая анализирует карту и освещённость, третья собирает обезличенные мнения пользователей маршрута, четвёртая проверяет понятность будущей схемы. Итогом может стать карта, аудиомаршрут или аргументированное предложение администрации. Учебный смысл находится не в красоте макета, а в цепочке решений: почему выбраны именно эти признаки безопасности, какие данные подтверждают вывод, где наблюдения противоречат мнениям и что изменилось после проверки маршрута другим человеком.

В гуманитарном факультативе миссия может строиться вокруг музейного предмета, семейной истории или спорного публичного утверждения. В естественно-научном — вокруг измерения, наблюдения и проверки гипотезы. В технологическом — вокруг прототипа. Единая архитектура не стирает предметность, поскольку минимальный стандарт доказательства для каждого направления различается. Историк работает с происхождением и контекстом источника; исследователь природы — с процедурой наблюдения и повторяемостью; разработчик — с требованиями пользователя и испытанием прототипа.

Оптимальная длительность миссии не может быть универсальной. Для первого знакомства достаточно двух-трёх занятий; сложное исследование потребует нескольких недель. Метааналитические данные позволяют рассматривать группы по четыре-пять человек как разумную отправную точку для проектного формата, но не как обязательный норматив [6]. При любом размере группы преподаватель должен видеть личный вклад. Коллективный продукт без индивидуального следа легко маскирует неравенство участия.

Цифровая среда обнажила давнюю проблему оценивания: качественный продукт и качественное учение связаны, но не тождественны. Презентацию мог собрать один участник, текст — переписать из источника, решение — подсказать взрослый. Генеративный искусственный интеллект не создал эту проблему, а резко увеличил её масштаб. Запрет технологии возвращает ощущение контроля, но не восстанавливает достоверность авторства: помощь может остаться невидимой. Некритичное разрешение, напротив, делает скорость генерации важнее интеллектуального усилия.

Выход предлагается искать в изменении объекта оценивания. Вместо попытки угадать происхождение итогового файла преподаватель получает доказательный след учащегося — компактную, но последовательную фиксацию того, как менялись вопрос, аргументы, версия продукта и понимание автора. Доказательный след не является цифровым надзором и не требует записи каждого действия. Он содержит только педагогически значимые переходы.

Минимальный состав следа включает: исходный вопрос и первоначальное предположение учащегося; карту использованных источников с указанием их назначения; первое решение и аргументы в его пользу; замечание, контрпример или данные, поставившие решение под сомнение; внесённое изменение и объяснение причины; декларацию применения искусственного интеллекта; короткое индивидуальное объяснение того, что учащийся теперь способен выполнить без внешней помощи; перенос освоенного способа в новую ситуацию.

Для работы с фактами вводятся три статуса: «подтверждено», «оспаривается», «не удалось подтвердить». Последний статус принципиально важен. Он возвращает неопределённости законное место в учебном исследовании и снижает давление, заставляющее школьника маскировать отсутствие данных уверенной формулировкой.

Декларация применения искусственного интеллекта может быть оформлена в четырёх полях: задача обращения к системе; существенная часть полученного ответа; способ проверки; решение ученика — принять, изменить или отклонить. Такая запись превращает технологию из невидимого соавтора в объект критического действия. Рамка компетенций ЮНЕСКО рассматривает обучающегося не только как пользователя, но и как ответственного создателя решений с искусственным интеллектом[7]. Предлагаемый журнал операционализирует этот принцип на уровне одного факультатива.

Элемент доказательного следа	Что он позволяет увидеть	Вопрос преподавателя
Исходная гипотеза	Стартовое понимание	«Что ты считал верным до проверки?»
Карта источников	Качество информационной опоры	«Какую функцию выполняет каждый источник?»
Первая версия	Самостоятельное решение до внешней коррекции	«Почему выбрана именно эта конструкция?»
След критики	Столкновение с возражением или данными	«Что поставило твоё решение под сомнение?»
Исправление	Обучение как изменение способа действия	«Что изменено и на каком основании?»
Журнал искусственного интеллекта	Прозрачность технологической помощи	«Что проверено человеком, а что осталось предположением?»
Задача на перенос	Глубина освоения	«Сможешь ли ты применить способ при другой теме?»

Формирующее оценивание приобретает здесь конструктивную роль. Его задача — не накопить комментарии преподавателя, а предоставить информацию, которая меняет следующее действие ученика. Исследование П. Блэка и Д. Уильяма связывает формирующее оценивание с использованием свидетельств об учении для адаптации дальнейшего обучения [8]. Метаанализ образовательной обратной связи показывает средний положительный эффект, но также существенную неоднородность: результат зависит от содержания и уровня обратной связи [9]. Поэтому реплика «молодец, красиво» почти бесполезна для доказательного следа. Рабочая обратная связь указывает, какое основание слабо, где вывод шире данных и какое следующее действие позволит проверить версию.

Предлагаемый подход не отменяет нормы академической добросовестности и не подменяет проверку заимствований. У него иная функция. Сходство текста позволяет обсуждать происхождение фрагментов, но само по себе не показывает развитие понимания. Доказательный след реконструирует учебное движение. Для факультатива это особенно важно: здесь ценность имеет не только правильный ответ, но и способность ученика выбрать вопрос, признать ошибку и переработать решение.

Доступность также должна быть встроена в конструкцию, а не добавлена после появления трудностей. Рекомендации по универсальному дизайну обучения предусматривают разные способы вовлечения, представления информации, действия и выражения результата, сохраняя общую цель развития субъектности [10]. Поэтому один учащийся может представить доказательство в тексте, другой — в схеме или устном комментарии, если сохраняются единые требования к происхождению данных, логике вывода и личному вкладу. Равенство здесь означает не одинаковый файл, а сопоставимую интеллектуальную ответственность.

Последнее противоречие связано с оценкой. Если факультатив не предполагает привычной отметки, его результат часто описывают расплывчато: «было интересно», «все приняли участие», «получились хорошие проекты». Если же ввести обычную пятибалльную оценку, свободная проба быстро начинает обслуживать балл. Оба решения слабы. Первое не позволяет увидеть продвижение; второе сужает его до соответствия конечному образцу.

Для пилотной диагностики предлагается оценивать не единичный продукт, а профиль образовательной субъектности по пяти шкалам: А — автономность: ученик принимает осмысленные решения и способен объяснить их последствия; Д — доказательность: различает данные, мнение и предположение, связывает вывод с источниками; К — корректировка: изменяет решение после содержательной критики; П — перенос: применяет освоенный способ в новой задаче; В — вклад: демонстрирует личную ответственность в общей работе. Каждая шкала оценивается от 0 до 4 баллов: 0 — действие не проявлено; 1 — выполнено только по образцу; 2 — выполнено с существенной поддержкой; 3 — выполнено самостоятельно в знакомой ситуации; 4 — самостоятельно перенесено или улучшено в новой ситуации. Первичным результатом остаётся профиль, например (А3; Д2; К4; П3; В3). Он показывает сильные и слабые стороны точнее одной итоговой цифры. Для мониторинга группы может применяться индекс образовательной субъектности: ИОС = (А + Д + К + П + В) / 20 × 100 %. Пример расчёта для профиля (3; 2; 4; 3; 3): ИОС = (3 + 2 + 4 + 3 + 3) / 20 × 100 % = 15 / 20 × 100 % = 75 %.

Этот показатель не следует трактовать как стандартизированный психологический тест или доказательство общей одарённости. Он является авторским операциональным инструментом для наблюдения за динамикой внутри конкретного курса. До проверки надёжности, межэкспертной согласованности и валидности его нельзя использовать для рейтингов, отбора или высокозначимых административных решений. Более того, одинаковые 75 процентов могут скрывать разные профили: высокая самостоятельность при слабой доказательности педагогически отличается от сильной аргументации при низкой готовности принимать решения.

Пилотный цикл целесообразно строить на протяжении 9–12 недель. Первая неделя используется для входной микромиссии и знакомства с доказательным следом; далее проводятся две или три миссии с возрастающей самостоятельностью; заключительный этап содержит задачу на перенос и обсуждение индивидуального профиля. Срок предлагается не как обязательный норматив, а как управляемый масштаб, позволяющий увидеть несколько циклов «версия — критика — исправление» без превращения эксперимента в бесконечный проект.

Организационная модель требует ясного распределения ролей. Преподаватель выступает архитектором границ, источником предметного метода и организатором обратной связи. Учащийся становится автором решений и ответственным участником миссии. Внешний эксперт или реальный адресат проверяет полезность и понятность результата, но не заменяет педагогическую оценку. Искусственный интеллект используется как инструмент поиска альтернатив, моделирования возражений, языковой поддержки или предварительной обработки материала, однако каждое значимое применение входит в доказательный след. Администрация обеспечивает расписание, доступ к ресурсам, правила работы с персональными данными и возможность публичной экспертизы.

Риск внедрения	Как проявляется в реальной работе	Проектный ответ
Преподаватель перегружен проверкой разных маршрутов	Каждая группа приносит несопоставимый продукт	Единый паспорт миссии и общие критерии доказательного следа
Свободой пользуются только сильные учащиеся	Они выбирают тему и распределяют значимые роли	Личная карта обязательств и смена ролей между миссиями
Цифровое неравенство	Качество продукта зависит от устройства и платного сервиса	Доступная базовая среда и оценка способа, а не визуального блеска
Искусственный интеллект подменяет мышление	Учащийся не может объяснить решение без экрана	Журнал применения, устная микрозащита и задача на перенос
Публичность становится спектаклем	Время уходит на оформление итогового мероприятия	Экспертиза по критериям, короткий формат и обязательная доработка после вопросов
Работа с реальной средой создаёт этические риски	Собираются лишние персональные данные или публикуются изображения	Минимизация данных, согласие, обезличивание и предварительная проверка миссии

Проверка эффективности модели должна быть отделена от её внедрения. Если исследователь намерен утверждать, что именно факультатив с переменным ядром вызвал рост субъектности, одного сравнения входного и итогового профиля недостаточно: изменение может быть связано с взрослением, мотивацией добровольно пришедшей группы, личностью преподавателя или параллельными занятиями. Для причинного вывода потребуется квазиэкспериментальная либо экспериментальная схема с сопоставимой группой, несколькими экспертами, предварительно согласованной рубрикой и отсроченной задачей на перенос. Качественные данные — интервью, наблюдения, анализ версий и журналов решений — нужны не как украшение статистики, а для объяснения механизма изменения. Циклическая фиксация цели, действия, самопроверки и корректировки согласуется с пониманием саморегулируемого обучения как управляемого самим учащимся процесса [11], а включение обучающегося в формирование обратной связи поддерживает переход от внешнего контроля к саморегуляции [12].

Исходное противоречие исследования связано с тем, что факультатив формально предоставляет обучающемуся право выбора, но далеко не всегда меняет его положение внутри учебного процесса. Добровольная запись на курс ещё не означает, что учащийся становится автором образовательного действия. Если содержание, способ работы, темп, форма результата и критерии успешности полностью определены преподавателем, факультатив остаётся обычным уроком, только вынесенным за пределы обязательного расписания. Поэтому его качество нельзя оценивать лишь количеством тем, посещаемостью или внешней привлекательностью итоговых работ. Более точным критерием становится глубина решений, которые учащийся действительно принимает и за последствия которых способен отвечать.

В статье предложено рассматривать факультатив не как расширение предметной программы, а как специально спроектированную среду учебной пробы. Её назначение состоит не в том, чтобы раньше времени закрепить профессиональный выбор учащегося, а в том, чтобы сделать этот выбор менее случайным. Учащийся получает возможность войти в новую область, столкнуться с её реальными интеллектуальными требованиями, увидеть собственные сильные стороны и ограничения, а затем либо продолжить движение, либо обоснованно изменить маршрут. Отказ от первоначального интереса в такой модели не считается

педагогической неудачей. Если решение принято после содержательной пробы и рефлексии, оно само становится образовательным результатом.

Центральным механизмом модели выступает структурированная автономия. Она устраняет ложную альтернативу между жёстким управлением и полной свободой. Учащийся не оставляется один на один с неопределённой задачей, но и не сводится к исполнителю подробной инструкции. Преподаватель удерживает предметную основу, требования к доказательствам, нормы безопасности, этические ограничения и контрольные точки. Обучающийся выбирает проблему, формирует вопрос, принимает роль, участвует в определении метода, создаёт версию продукта и решает, как переработать её после критики. Свобода приобретает содержание только там, где существует возможность принять решение, объяснить его основание и встретиться с его последствиями.

Модель переменного ядра развивает эту логику на уровне программы курса. Её смысл не в отказе от планирования и не в замене учебной программы цепочкой спонтанных интересов. Напротив, проектирование становится сложнее: преподаватель заранее фиксирует интеллектуальные операции, без которых невозможна качественная работа, но оставляет изменяемыми темы, задачи, роли, формы представления и часть источников. Инвариант удерживает образовательную глубину; вариативная часть создаёт пространство выбора; возникающая часть позволяет курсу реагировать на вопросы конкретной группы и реальные события. Предложенная пропорция 50 : 30 : 20 выражает стартовую логику такого баланса, но не должна превращаться в административный норматив. В одном возрасте или предметном направлении доля педагогического сопровождения неизбежно будет выше, в другом — может постепенно сокращаться по мере роста самостоятельности обучающихся.

Перенос единицы проектирования с темы на образовательную миссию позволяет соединить интерес учащегося с предметной дисциплиной. Тема отвечает на вопрос, о чём будет занятие. Миссия требует уточнить, какую проблему необходимо исследовать, для кого имеет значение результат, какие ограничения нельзя нарушать, что будет считаться доказательством и какую ответственность несёт каждый участник. Благодаря этому факультатив перестаёт быть коллекцией занимательных мероприятий. Каждая миссия образует завершённый цикл: обнаружение противоречия, принятие обязательства, освоение недостающего знания, создание первой версии, критическая проверка, доработка и перенос способа действия. Именно наличие переноса отделяет устойчивое учение от удачно выполненного разового задания.

Особое значение эта конструкция приобретает в условиях распространения генеративного искусственного интеллекта. Традиционная оценка конечного продукта всё хуже отвечает на вопрос, чему научился конкретный ученик. Внешне безупречный текст, изображение или презентация могут скрывать слабое понимание, тогда как несовершенный продукт иногда содержит более глубокую самостоятельную работу. Запрет искусственного интеллекта не решает проблему авторства, поскольку переводит его использование в невидимую зону. Безусловное разрешение также несостоятельно: оно создаёт ситуацию, в которой скорость получения ответа начинает подменять качество мышления.

Предложенный доказательный след меняет сам предмет педагогического наблюдения. Преподаватель оценивает не способность учащегося предъявить красивый итог, а движение его мысли: каким был первоначальный вопрос, на какие источники он опирался, почему выбрал определённое решение, какое возражение обнаружил, что исправил и способен ли применить освоенный способ в другом контексте. Декларация использования искусственного интеллекта встраивается в этот след как обычный элемент интеллектуальной прозрачности. Значение имеет не сам факт обращения к системе, а способность обучающегося определить задачу обращения, проверить полученный материал и принять собственное решение относительно его использования. При такой организации технология не вытесняется из образования и не получает статус безошибочного эксперта. Она становится проверяемым инструментом, а окончательная ответственность сохраняется за человеком.

Диагностика результата в модели также требует иного подхода. Единая отметка удобна организационно, но плохо отражает неоднородность образовательного продвижения. Учащийся может уверенно принимать решения, однако слабо проверять источники; качественно анализировать данные, но избегать личной ответственности в группе; успешно исправлять работу после замечаний, но не переносить способ в новую ситуацию. Поэтому первичным результатом предложен профиль из пяти характеристик: автономности, доказательности, корректировки, переноса и личного вклада. Индекс образовательной субъектности может использоваться для компактного мониторинга динамики, однако он не должен скрывать структуру результата. Число удобно для обзора; профиль нужен для педагогического решения.

Практический смысл модели заключается не в усложнении отчётности факультатива. Если доказательный след превратить в объёмное портфолио с десятками обязательных форм, он быстро станет новой бюрократией и вытеснит саму деятельность. Фиксации подлежат лишь те точки, в которых произошло интеллектуально значимое изменение: выбран вопрос, принято решение, обнаружено противоречие, пересмотрена версия, выполнен перенос. Такая избирательность принципиальна. Педагогическая система должна делать учение видимым, но не превращать каждый шаг учащегося в объект тотального контроля.

Внедрение модели зависит не только от мастерства отдельного преподавателя. Учебному заведению потребуется обеспечить время для последовательных миссий, доступ к базовым ресурсам, этические правила работы с данными, понятный порядок применения искусственного интеллекта и возможность привлекать внешних адресатов без превращения итоговой защиты в показательное мероприятие. Руководитель образовательной организации в этой системе отвечает не за увеличение количества факультативов, а за создание условий, при которых выбор курса не определяется исключительно наличием свободного кабинета или педагогической нагрузки. Иначе инновационная конструкция останется красивой методической схемой, а практика вернётся к привычному принципу: сначала распределить часы, потом придумать для них содержание.

Научный вклад предложенного подхода состоит в объединении пяти механизмов в единую педагогическую архитектуру: структурированной автономии, переменного ядра, образовательной миссии, доказательного следа и профильной диагностики субъектности. По отдельности выбор, проектная работа, формирующая обратная связь и рефлексия давно присутствуют в педагогике. Новизна модели заключается не в объявлении каждого элемента новым, а в изменении связи между ними. Выбор становится входом в обязательство; миссия задаёт пространство применения знания; обратная связь требует изменения версии; доказательный след делает это изменение наблюдаемым; перенос проверяет, осталось ли освоенное действие привязанным к одному проекту или стало достоянием учащегося.

Предлагаемая конструкция содержит и принципиальное методологическое ограничение. Статья имеет теоретико-проектный характер и не содержит данных, позволяющих утверждать, что факультатив с переменным ядром уже доказал превосходство над традиционной организацией занятий. Пропорция 50 : 30 : 20, продолжительность пилотного цикла в 9–12 недель, уровни рубрики и формула индекса являются авторскими инструментами начального проектирования. Они сформулированы достаточно конкретно, чтобы быть проверенными, но пока не обладают статусом валидированных норм. Дальнейшая работа должна развиваться поэтапно. На первом этапе требуется проверить понятность паспорта миссии, доказательного следа и диагностических шкал для преподавателей и обучающихся . На втором — установить межэкспертную согласованность оценивания и определить, какие элементы действительно отражают самостоятельность, а какие зависят преимущественно от речевых способностей или качества оформления. На третьем этапе возможно сравнительное исследование факультативов с переменным ядром и курсов, построенных по традиционной тематической логике. При этом необходимо учитывать исходную мотивацию добровольно записавшихся, опыт преподавателя, доступ к цифровым ресурсам и социальный состав

группы. Без контроля этих факторов обнаруженную связь нельзя будет уверенно интерпретировать как результат именно предложенной модели.

Особого исследования заслуживает отсроченный перенос. Успешная публичная защита ещё не свидетельствует, что учащийся присвоил способ действия. Более сильным доказательством станет способность через определённое время применить его к незнакомой задаче, объяснить границы применимости и отказаться от привычного решения, если новые данные ему противоречат. Здесь находится наиболее требовательный критерий факультативного обучения: не то, насколько ярко завершился курс, а то, осталось ли у обучаемого средство дальнейшего самостоятельного движения.

Авторская позиция сводится к тому, что будущее факультатива определяется не экзотичностью названия, количеством цифровых сервисов и даже не внешней эффектностью проектов. Его настоящая ценность возникает там, где учебное заведение создаёт безопасное пространство управляемой неопределённости. В нём учащийся может попробовать направление до того, как жизненный выбор станет дорогим и трудно обратимым; столкнуться с ограничениями без страха окончательной неудачи; увидеть разницу между мнением и доказательством; воспользоваться внешней помощью, не передавая ей собственную ответственность.

Такой факультатив не конкурирует с обязательными занятиями и не должен его копировать. Занятия обеспечивают системность общего образования. Факультатив проверяет, способен ли учащийся превратить полученное знание в самостоятельное действие. Между ними возникает продуктивное разделение функций: основная программа формирует общий интеллектуальный фундамент, а факультатив создаёт пространство, где этот фундамент испытывается выбором, неопределённостью, сотрудничеством и ответственностью. Если данное различие будет сохранено, факультатив сможет стать не периферией учебного плана, а педагогической лабораторией будущего — местом, где интерес перестаёт быть кратким эмоциональным импульсом и превращается в осмысленный маршрут развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство просвещения Республики Казахстан. Об утверждении государственных общеобязательных стандартов дошкольного воспитания и обучения, начального, основного среднего и общего среднего, технического и профессионального, послесреднего образования: приказ от 3 августа 2022 года № 348.
2. Miao F.,HolmesW. Guidance for Generative AI in Education and Research.Paris:UNESCO,2023.
3. OECD. The OECD Learning Compass 2030. Paris: OECD.
4. Lazonder A. W., Harmsen R. Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance // Review of Educational Research. 2016. Vol. 86. No. 3. P. 681–718.
5. Guay F. Applying Self-Determination Theory to Education: Regulations Types, Psychological Needs, and Autonomy Supporting Behaviors // Canadian Journal of School Psychology. 2022. Vol. 37.No.1.P.75–92.
6. Zhang L., Ma Y. A Study of the Impact of Project-Based Learning on Student Learning Effects: A Meta-Analysis Study // Frontiers in Psychology. 2023. Vol. 14. Article 1202728.
7. Miao F., Shiohira K., Lao N. AI Competency Framework for Students. Paris: UNESCO, 2024.
8. Black P., Wiliam D. Developing the Theory of Formative Assessment // Educational Assessment, Evaluation and Accountability.2009.Vol.21.No.1.P.5–31.
9. Wisniewski B., Zierer K., Hattie J. The Power of Feedback Revisited: A Meta-Analysis of Educational Feedback Research // Frontiers in Psychology. 2020. Vol. 10. Article 3087.
10. CAST. Universal Design for Learning Guidelines 3.0. Wakefield, MA: CAST, 2024.
11. Zimmerman B. J. Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview // Theory Into Practice. 2002.Vol.41.No.2.P.64–70.
12. Nicol D. J., Macfarlane-Dick D. Formative Assessment and Self-Regulated Learning: A Model and Seven Principles of Good Feedback Practice // Studies in Higher Education. 2006. Vol. 31. No. 2.P.199–218.

UDC 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089463

INTEREST SYSTEM (RIBA) AND ITS ECONOMIC AND SOCIAL CONSEQUENCES: ISLAMIC ALTERNATIVES ON THE EXAMPLE OF AFGHANISTAN

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA
Professor, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Master's degree, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

SHIRZAD KHALID
Master's student, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

Abstract. *The article examines the economic and social consequences of interest-based financing in the context of the Islamic economic concept and assesses the possibilities of applying Sharia-compliant financial instruments in Afghanistan. The underlying problem is a combination of low intensity of banking intermediation, limited lending to the private sector and institutional transition to an Islamic financing model. Based on comparative, institutional and systemic approaches, the differences between interest-based lending and mudarabah, musharaka, murabaha, ijara, salam and istisna' instruments are revealed. According to the World Bank, in December 2024, the gross volume of bank loans in Afghanistan decreased by 13.6% year-on-year, the number of borrowers - by 38%, and the loan-to-deposit ratio was about 10%, which characterizes an extremely weak transformation of savings into economic financing [1]. The author's matrix for selecting Islamic instruments by types of economic needs and a system of performance indicators of Islamic financing are proposed. The practical significance lies in the formation of recommendations for Da Afghanistan Bank and financial organizations to expand accessible financing for the real sector.*

Keywords: *riba, Islamic finance, Afghanistan, mudarabah, musharaka, murabaha, ijarah, financial inclusion, banking intermediation, risk sharing.*

The cost of capital is a fundamental issue in economic theory and practice. In the traditional banking system, interest serves as the price of borrowed resources, compensation for the temporary cessation of liquidity, and an element of credit risk management. In the Islamic economic system, the normative logic is different: a predetermined return on loan capital, unrelated to the results of actual economic activity, is considered through the category of riba. Financial relations are built on contracts of sale and purchase, lease, partnership, and profit-sharing, and the financial transaction must be linked to a real asset or economic activity [2, 3].

This issue is of particular importance for Afghanistan. The country is simultaneously addressing the challenges of rebuilding the private sector, expanding businesses' access to capital, and rebuilding its financial infrastructure in line with Islamic principles. Afghanistan The Bank has formed a comprehensive set of regulatory documents for the Islamic banking sector: regulation of licensing of Islamic banks and windows, capital adequacy, liquidity, profit distribution, Sharia governance, as well as guidelines on murabahah, mudarabah, musharaka, ijara, salam and istisna [4].

The World Bank records extremely low lending activity: by December 2024, the private sector received bank loans amounting to approximately 2% of GDP, while the loan-to-deposit ratio remained around 10% [1]. The key research question is not only the regulatory prohibition of interest rates, but also the search for mechanisms capable of transforming Islamic financial architecture into a viable channel for mobilizing savings, financing entrepreneurship, and increasing financial inclusion.

The relevance of the study is determined by the need to find effective mechanisms for financing the Afghan economy in the context of the transition to an Islamic financial model and weak banking

intermediation. Islamic finance, based on the prohibition of riba, the sharing of profits and risks, and the linking of transactions with real assets, has the potential to expand access of businesses and the population to financial resources [2, 5]. At the same time, a significant gap remains between the deposit base and lending in Afghanistan: in December 2024, the ratio of loans to deposits was approximately 10%, and the volume of bank loans continued to decline [1]. Therefore, an assessment of the institutional conditions under which mudarabah, musharaka, murabaha, ijarah, and other instruments can become a real alternative to interest-based financing and promote the development of small businesses, agriculture, and the real sector is of scientific and practical interest.

In economic literature, interest is typically viewed as the cost of using borrowed capital. For the lender, it compensates for the temporary transfer of purchasing power, the risk of default, and opportunity costs. For the borrower, interest creates a fixed obligation that must be fulfilled regardless of the actual profitability of the project. It is this asymmetry of outcome that is fundamental to Islamic financial doctrine: entrepreneurial risk can be realized negatively, while the lender's debt claim remains.

of riba is central to the Islamic financial system. The International Monetary Fund defines the basic logic of Islamic finance through the prohibition of pre-set interest rates, the limitation of excessive uncertainty and speculative transactions, the requirement that financial transactions be linked to real economic activity, and the sharing of risks between the parties [2]. Consequently, the economic content of the prohibition of riba cannot be reduced to merely a technical waiver of interest rates. It involves a change in the structure of the contract.

An important distinction lies in the nature of the financial intermediary's income. With an interest-bearing loan, income is predetermined by the rate and payment schedule. With a murabahah, income is expressed as a known markup on the actual asset purchased by the bank; with ijarah, it is expressed in rental payments; and with musharaka and mudarabah, it is expressed as a share of the actual profit. Therefore, the formal absence of the word "interest" is insufficient: the economic essence of an Islamic product is determined by the actual asset, the distribution of risks, and compliance with contractual terms.

The Islamic model does not eliminate financial risks. Credit, market, operational, liquidity, and legal risks remain, and in some cases are compounded by the risk of non-compliance with Shariah requirements. This requires professional risk management and specialized oversight [6].

The impact of interest-based financing is ambiguous. In a developed financial system, the interest rate serves informational and allocative functions, helping to balance risk and return. Therefore, it is scientifically incorrect to claim that any interest-based mechanism inevitably leads to negative social outcomes. Negative consequences primarily manifest themselves when the debt burden does not match the borrower's cash flows, the loan is used unproductively, and risks and bargaining power are distributed sharply asymmetrically.

For households, excessive debt can reduce disposable income and increase vulnerability to shocks. For small businesses, fixed payments become particularly sensitive due to seasonal sales and demand instability. For agriculture, this problem is exacerbated by natural and climatic risks. Islamic contracts such as salam, mudarabah, and musharakah theoretically allow for better alignment of financing with the production cycle, but require high-quality project assessment and transparent accounting.

The social aspect is related to financial inclusion. If part of the population avoids traditional financial services for religious reasons, the availability of Sharia-compliant products can remove the demand barrier. The World Bank views risk-sharing contracts and Islamic social finance instruments as a channel for expanding access to finance, particularly for small businesses and vulnerable groups [5].

Thus, the focus of analysis should shift from the interest-no-interest dichotomy to the quality of the financial contract: whether payments are consistent with the project's cash flow, whether risks are fairly distributed, whether the full cost of financing is transparent, whether it is affordable for

small borrowers, and whether the financial institution can manage risks without making the product too expensive.

Table 1 - Comparative characteristics of interest and Islamic financing

Criterion	**Percentage model**	**Islamic model**
Source income	Percent on duty	Markup, rent, share profit
Risk	Mainly from the borrower	Distributed By agreement
Real assets	Not mandatory	How rule, obligatory
Income	In advance defined	Depends from designs transactions
Social logics	Price loan	Fairness of the contract and connection with the real sector

The difference between the models goes deeper than the presence or absence of interest: it has to do with the nature of the transaction and the distribution of risk.

Mudaraba is a partnership of capital and entrepreneurial expertise: one party provides the capital, the other manages the project. Profits are shared in a pre-agreed proportion, and financial losses, unless caused by the manager's negligence or misconduct, are borne by the capital provider [2, 6].

Musharakah involves joint capital participation by both parties. Profits are shared according to an agreed-upon proportion, and losses are distributed according to the respective capital shares. This mechanism is similar to equity financing and can be used for investments in production, trade, and infrastructure.

The main limitation of partnership agreements is high information costs. Banks must evaluate the project's economics, management quality, and the reliability of revenue and expenses. Therefore, the expansion of PLS tools must be accompanied by standardization of small business reporting, digitalization of payments, and the development of monitoring mechanisms.

Murabaha is one of the most common instruments in Islamic banking. The bank acquires the asset the client requires and resells it at a price that includes a known markup. Crucially, the bank must acquire the asset and assume the associated risks before reselling it to the client [6].

Ijarah is the leasing of an asset. The bank purchases equipment, vehicles, real estate, or another eligible asset and grants the client the right to use it in exchange for a rental fee. This structure is useful for companies that need a productive asset but cannot afford to pay for it upfront.

Salam is based on prepayment for goods with future delivery and is suitable for agricultural financing. Istisna' is used for the manufacture or construction of custom-made objects and can be used in manufacturing and infrastructure projects. A variety of contracts allows for the financial product to be tailored to the nature of the economic need.

Table 2 - Economic appointment Islamic tools

Tool	**Mechanism**	**Application**	**Key risk**
Mudaraba	Capital + management	Startups	Informational asymmetry
Musharaka	Joint capital	Business expansion	Accounting profit
Murabaha	Resale at a premium	Equipment and supplies	Credit risk
Ijara	Rent	Equipment and transport	Asset risk
Salam	Prepayment	Rural farm	Supply
Istisna	Order on manufacturing	Construction	Deadlines and quality

The Islamic system allows for the selection of a contract for a specific production and monetary cycle.

Afghanistan's current financial system operates under conditions of high uncertainty, limited international connectivity, and weak banking intermediation. The World Bank notes that the mandatory transition to Islamic finance is ongoing, but uncertainty regarding the full operating model limits banks' flexibility [1].

In December 2024, gross bank loans decreased by 13.6% year-on-year, and the number of borrowers decreased by 38%, to 16,642. The loan-to-deposit ratio was only about 10%. The private sector received bank financing at a level of approximately 2% of GDP.[1] These figures indicate that a significant portion of bank liquidity is not being transformed into investments and working capital of enterprises.

The deposit base showed some signs of stabilization: in December 2024, deposits in local currency equivalent increased by 1.9% year-on-year, and the number of deposit accounts increased by 4.4% [1]. Consequently, the challenge lies not only in attracting household funds, but also in creating secure channels for their placement.

Microdata Global Findex 2021 for Afghanistan shows that 11.8% of respondents reported having an account at a financial institution; this data cannot be directly interpreted as an accurate estimate of the entire population, but it illustrates the scale of the access problem [7].

Yes Afghanistan The Bank has created a specialized regulatory infrastructure for Islamic banking. The official portal presents licensing rules, capital adequacy and liquidity regulations, profit distribution procedures, national Shariah governance frameworks, and product guidelines [4].

The next stage should be focused on the practical operationalization of regulation. Banks need methodologies for assessing cash flows under Islamic contracts, accounting standards, asset risk management procedures and Shariah non-compliance, and internal and external Shariah audit mechanisms.

Transparency of the full product cost is of particular importance. Clients must understand the asset price, markup, lease payments, fees, early repayment terms, and the consequences of late payment. Without this, an Islamic product may be perceived as a formally rebranded loan.

Table 3 - Key indicators of banking intermediation in Afghanistan

Indicator	**Meaning**	**Period**
Gross loans	-13.6% y/y	December 2024
Number borrowers	-38%, to 16,642	December 2024
Loans / Deposits	about 10%	December 2024
Credit private sector	about 2% of GDP	December 2024
Deposits	+1.9% y/y	December 2024
Deposit accounts	+4.4% y/y	December 2024

According to the World Bank [1], the recovery of deposits has not been accompanied by a comparable increase in financing of the economy.

Table 4 - Institutional conditions for effective Islamic finance

Condition	**Content**	**Effect**
Regulation	United requirements	Decrease uncertainties
Sharia control	Supervision and audit	Trust
Risk management	Project evaluation	Sustainability
Financial literacy	Explanation contracts	Protection client
Digitalization	e-KYC and payments	Decrease costs
Data	Statistics portfolio	Evidence policy

Effectiveness requires a combination of Shariah control and modern banking management.

Small and medium-sized enterprises are particularly vulnerable to funding shortages. They often lack sufficient collateral, have a short credit history, and unstable cash flows. Murabaha can be

used to finance equipment and inventory, ijara for access to machinery, and musharaka and mudaraba for projects where the bank can assess the economic prospects and share the entrepreneurial risk.

Partnership financing requires greater expertise in project analysis, and for the entrepreneur, transparent accounting. Segmentation could be a practical development: standardized murabaha and ijara for mass needs, and mudaraba and musharaka for selected projects.

In 2026, the UNDP identifies the persistent gap in access to finance for Afghan micro, small and medium enterprises and develops the Access initiative to Finance, which includes a competence center for Islamic finance, credit guarantees, digital financial inclusion and regulatory support [8].

Agriculture has a unique financial cycle: costs are incurred before harvest, and the outcome depends on natural factors and market prices. Salam is able to finance the producer's working capital through advance payment for future deliveries.

Ijarah can be applied to agricultural machinery, refrigeration equipment, transportation, and processing. Istisna'a is suitable for the construction of small production facilities, warehouses, and irrigation infrastructure. An important area is linking financing with sales contracts. If the financing institution understands the future market for the product, the risk becomes more manageable. This necessitates linking Islamic financial products with agricultural cluster development and processing programs.

Islamic finance has the potential to expand financial inclusion by removing religious barriers and creating risk-sharing products for groups poorly served by traditional secured lending [5].

Social impact should be measured in measurable terms: number of new clients, share of new entrants into the formal financial system, SME and agricultural financing, product cost, delinquency, employment and geographic reach.

Digital channels can reduce the cost of serving small clients. Electronic identification, mobile wallets, remote payments, and digital transaction records create an information trail for assessing solvency. The UNDP links increased access to finance to digital inclusion and the development of Islamic financial infrastructure [8].

Table 5 - Indicators socio-economic efficiency

Block	**Indicator**	**Meaning**
Availability	New clients	Inclusion
Real sector	Share of SMEs and agriculture	Productivity
Price	Full price	Availability
Risk	Delays and losses	Sustainability
Employment	Workers places	Social effect
Geography	Clients outside centers	Territorial coverage

The indicators move the assessment of Islamic finance from a normative to a measurable level.

For practical application, a matrix approach is proposed, in which the choice of instrument is determined by the nature of the client's need, the availability of an identifiable asset, the predictability of cash flow, and the willingness of the parties to share entrepreneurial risk. This avoids a situation where a single product is used for all tasks, regardless of the economic nature of the transaction.

For preliminary ranking, an integral indicator is proposed: $I = 0.30\ A + 0.25\ C + 0.25\ R + 0.20\ M$, where A is the compliance with the asset's nature; C is the compliance of the financing schedule with the cash flow; R is the adequacy of risk distribution; M is controllability and monitoring capability. Each criterion is assessed from 0 to 1. The weighting coefficients are the author's proposal and are subject to subsequent empirical calibration.

Table 6 - Author's matrix for selecting an Islamic financial instrument

Situation	**Assets**	**Monetary flow**	**Preferred tool**
Purchase equipment	Defined	Predictable	Murabaha

Use of technology	Defined	Periodic	Ijara
New project	Not Always	Uncertain	Mudaraba
Business expansion	Capital/ assets	From profit	Musharaka
Seasonal rural farm	Future product	After harvest	Salam
Construction / manufacturing	Future assets	By stages	Istisna

The matrix links the legal form of the contract with the economic logic of the project. For example, for the acquisition of standard production equipment, murabaha might yield A = 1.0; C = 0.8; R = 0.7; M = 0.9. Then, I = 0.855. The model does not replace solvency analysis, but rather disciplines the choice of contractual structure and makes the decision comparable across products.

Risks and limitations of the development of the Islamic financial model. The first limitation is the shortage of liquid Sharia-compliant instruments for managing bank liquidity. If a bank cannot effectively allocate temporarily available funds, high liquidity does not translate into income-generating assets. International practice emphasizes the importance of Islamic money markets and sukuk [9]. The second limitation is information asymmetry. Partnership agreements require reliable accounting of profits, expenses, and cash flows. Given the high share of the informal economy, this increases the cost of monitoring. The third limitation is personnel competence. A specialist must simultaneously understand Sharia requirements, product economics, risk management, accounting, and the client's industry specifics. The fourth limitation is the risk of formalization. If an Islamic product economically replicates conventional debt but becomes more complex and expensive, its social appeal decreases.

The fifth restriction is consumer protection. The client must be fully disclosed the full price, risks, ownership of the asset, and the terms of default and early termination of the contract.

Table 7 - Risks and measures response

Risk	**Manifestation**	**Measure**
Liquidity	Flaw tools	Islamic Money Market and Sukuk
Informational	Complexity checks profit	Digital accounting
Sharia	Transaction structure errors	Independent audit
Personnel	Competency deficit	Certification
Consumer	Lack of understanding of cost	Standardized disclosure

Risk management is essential for Islamic finance to become a sustainable intermediation system and not just a regulatory replacement for interest.

The study's results partially confirm the initial hypothesis. Islamic instruments do create an alternative financing architecture, in which the financial institution's income is linked to trade, rental, or investment transactions, and in partnership agreements, to the project's outcome.

The experience of Afghanistan shows that the institutional transition to an Islamic model can be accompanied by a weakening of financial intermediation if the banking system lacks a sufficient range of products, liquidity instruments, and risk management capabilities and procedures. The low loan-to-deposit ratio and the decline in the number of borrowers in 2024 are an important signal [1].

The findings are consistent with international literature, which views Islamic finance as a system based on contractual fairness, risk sharing, links to the real sector, and financial inclusion [2,5]. International studies also emphasize the need for specialized regulation [6].

The scientific result of the article consists in shifting the emphasis from the normative question of “interest or its prohibition” to the question of institutional design: which contract corresponds to the cash flow, who bears the risk, how the reality of the asset is confirmed, how accessible the product is to the client and whether it creates additional financing for the real sector.

Practical recommendations. Yes Afghanistan It would be advisable for banks to regularly monitor the volume of SME and agricultural financing, the number of new clients, the funding-to-deposit ratio, geographic coverage, and portfolio quality. Standardized product data sheets for key Islamic contracts should be developed, with mandatory disclosure of the full cost and risk allocation. Simplified financial diagnostic procedures based on digital cash flow, rather than solely on collateral, are needed for SMEs. Partnership tools should be introduced gradually through pilot industry programs with enhanced monitoring. For agriculture, it would be advisable to develop salam in conjunction with logistics infrastructure and distribution channels, and for technology, ijara. Digital financial infrastructure and mobile services must be expanded. A system for training specialists with dual competencies should be created: Islamic finance, banking risk management, and project analysis. Sharia-compliant liquidity management tools must be developed.

The problem of riba in the Afghan economy must be considered simultaneously from a normative, economic, and institutional perspective. The Islamic financial model offers a system of contracts that differ in the mechanism for generating income, risk distribution, and their connection to a real asset.

Mudarabah and musharakah create mechanisms for partnership financing; murabaha provides financing for the acquisition of assets; ijara is access to an asset through leasing; salam is pre-financing of future production; istisna ' is financing of manufacturing and construction.

For Afghanistan, the weakness of financial intermediation remains a central problem. Data for 2024 show a decline in lending, a drop in the number of borrowers, and a loan-to-deposit ratio of around 10% [1]. Therefore, the key criterion for the success of the Islamization of the banking system should be the growth of safe and accessible financing for the real sector.

Islamic alternatives can promote financial inclusion and entrepreneurship, but only with sound regulation, Shariah governance, risk management, transparent reporting, digital infrastructure, and financial literacy.

The proposed author's matrix for selecting instruments and the system of indicators allow us to link the Sharia form of the contract with the economic content of the project and can become the basis for further quantitative testing.

LITERATURE

1. World Bank. Afghanistan Development Update. April 2025. Washington, DC: World Bank, 2025.
2. Hussain M., Shahmoradi A., Turk R. An Overview of Islamic Finance // IMF Working Paper. 2015. No. 15/120.
3. Iqbal Z., Mirakhor A. An Introduction to Islamic Finance: Theory and Practice. 2nd ed. Singapore: Wiley, 2011.
4. Da Afghanistan Bank. Islamic Banking Regulations: regulations, product outlines, Shariah parameters and guidelines. Kabul: DAB.
5. Mohieldin M., Iqbal Z., Rostom A., Fu X. The Role of Islamic Finance in Enhancing Financial Inclusion in OIC Countries // World Bank Policy Research Working Paper. 2011. No. 5920.
6. International Monetary Fund. Ensuring Financial Stability in Countries with Islamic Banking. Washington, DC: IMF, 2017.
7. World Bank. Global Financial Inclusion (Global Findex) Database 2021: Afghanistan microdata. Washington, DC: World Bank, 2022.
8. United Nations Development Program. Access to Finance (A2F) Flagship Initiative – Afghanistan. Kabul: UNDP, 2026.
9. Islamic Financial Services Board. Islamic Financial Services Industry Stability Report 2025. Kuala Lumpur: IFSB, 2025.

UDC 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089467

BENCHMARKING THE FINANCIAL SYSTEM OF AFGHANISTAN IN THE CONTEXT OF ISLAMIC FINANCE DEVELOPMENT: INTERNATIONAL COMPARISONS AND STRATEGIC GUIDELINES

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA
Professor, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Master's degree, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

SHIRZAD KHALID
Master's student, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

Abstract. *The purpose of this article is to benchmark the current financial situation of Afghanistan, identify gaps relative to countries with varying degrees of maturity of Islamic finance, and substantiate the directions of transition from formal Islamization of the banking system to functional Islamic financial intermediation. The sample includes Pakistan, Bangladesh, Kazakhstan, and Malaysia. The methodology combines a comparative analysis of official data, expert-analytical ranking, the author's integrated index of financial and institutional readiness (IFI), and benchmarking. Gap Matrix. It was found that Afghanistan's key gap is related to the extremely weak transformation of deposits into real sector financing: the loan-to-deposit ratio was approximately 10% at the end of 2024. For comparison, in Pakistan's Islamic banking sector, the FDR reached 51.2% in 2025, and in Bangladesh, the investment-to-deposit ratio of Islamic banks was 0.99 in March 2025. A three-loop development model is proposed, combining institutional loops, financial intermediation, and socioeconomic impact. The practical significance of the results lies in the potential application to the development of Islamic microfinance, SME financing, agriculture, and investment projects in Afghanistan.*

Key words: *Afghanistan, Islamic finance, riba, benchmarking, financial intermediation, mudaraba, musharaka, murabaha, ijara, financial inclusion.*

The financial system facilitates the transformation of savings into investment, risk redistribution, and access to capital for businesses. This function is particularly important for Afghanistan due to limited banking intermediation and the ongoing transition to an Islamic finance model. The World Bank estimated Afghan economic growth in 2024 at 2.5%, while simultaneously characterizing the banking sector as fragile, with limited lending activity and regulatory uncertainty [1; 2].

The mechanism for transforming deposits into financing is most revealing. In December 2024, gross loans decreased by 13.6% year-on-year, the number of borrowers decreased by 38% to 16,642, and Advances - to - Deposit The ratio was only about 10% [2]. This means that the presence of a deposit base does not automatically turn into a resource for the restoration of production, entrepreneurship, and employment.

The Islamic financial model potentially offers a different mechanism: income is linked to an actual transaction, asset, lease, or profit and risk participation. However, the prohibition of riba alone does not guarantee efficiency. If the legal form of the contract changes but the volume of productive financing does not increase, the structural deficit of intermediation persists.

The research question of this article is: what institutional and financial characteristics distinguish Afghanistan from countries with more developed Islamic financial intermediation, and what elements of international models can be adapted? Benchmarking allows for comparison of the

scale of financing, depth of intermediation, regulatory maturity, product diversification, and banks' connections to the real sector.

The scientific novelty lies in combining international benchmarking with the author's assessment of the financial intermediation gap. It proposes assessing Islamic finance through three parameters: institutional readiness; the ability of deposits to transform into productive financing; and the socioeconomic impact on SMEs, agriculture, and employment.

The aim of the study is to identify financial and institutional gaps in Afghanistan relative to selected benchmark countries and to develop strategic guidelines for the development of a functional model of Islamic financial intermediation.

Materials and Methods. The study is based on official materials from the World Bank, State Bank of Pakistan, Bangladesh Bank, Bank Negara Malaysia and World Development Indicators [1–7]. Using central bank data reduces the risk of divergence in national interpretations of Islamic banking indicators.

Pakistan was chosen as a neighboring economy with a rapidly growing Islamic segment; Bangladesh as a South Asian country with a significant role for Islamic banks and, at the same time, significant sustainability risks; Kazakhstan as an example of the gradual institutional development of Islamic finance in a mixed system; and Malaysia as a benchmark for a mature Islamic financial ecosystem.

The benchmarking system includes five blocks: financial depth FD; transformation of deposits into financing TI; the scale of the Islamic segment IF; institutional and regulatory maturity IR; accessibility and digital infrastructure DI. A scale of 1–5 is used for the synthetic assessment. This is the author’s analytical construct, and not an official international rating. The integral index is calculated by the formula: IFI = 0.20 FD + 0.30 TI + 0.20 IF + 0.20 IR + 0.10 DI. The highest weight is assigned to TI, since weak transformation of deposits is the central problem of Afghanistan. The gap index is defined as Gj = Sj (B) − Sj (A), where Sj (B) is the score of the benchmark country, Sj (A) is the score of Afghanistan. The larger the positive gap, the higher the priority of institutional adaptation.

A limitation of the methodology is the difference in reporting dates and national definitions of "credit," "financing," and "investment." Therefore, the indicators are used to identify structural differences rather than as completely identical statistical quantities.

Research results: In Afghanistan, financial intermediation remains one of the main constraints to recovery. At the end of 2024, the banking sector showed improved financial performance: accumulated profit reached 1.14 billion Afghanis, following an accumulated loss of 4.04 billion Afghanis the previous year. However, improved profitability did not mean a recovery in lending: the ADR remained around 10% [2].

Pakistan represents the most relevant regional benchmark. By the end of 2025, Islamic banking institutions comprised 22 institutions: 6 full-fledged Islamic banks and Islamic units of 16 conventional banks. Their share accounted for approximately 23% of assets and 27.8% of deposits in the banking sector. Over 2025, assets grew by 30.7%, deposits by 39.6%, and net funding by 40.0% [3].

The FDR of Pakistan's Islamic banks was 51.2% in 2025. Despite methodological differences, the breakdown from the Afghan ADR demonstrates a significantly more active transformation of resources. The network of Islamic banking institutions has reached 7,562 branches in 146 districts [3]. For Afghanistan, this confirms the need for simultaneous development of the product line, network, and fund placement mechanisms.

Bangladesh exhibits a different type of model. In March 2025, Islamic banking deposits amounted to 4,429.62 billion taka, or 24.36% of total sector deposits. Islamic investments reached 5,024.72 billion taka, or 28.93% of total loans and advances; the IDR was 0.99 [4].

High intensity of intermediation does not guarantee sustainability Financial Stability The Bangladesh Bank Report 2025 indicates that only 3 out of 10 Islamic banks met the minimum CET -

1 requirement, and 7 were below the minimum CRAR [5]. Therefore, increased funding must be accompanied by capital, high-quality underwriting, and risk management.

Kazakhstan is useful as an institutional benchmark for a mixed model. According to World Development Indicators show that domestic credit to the private sector was 27.3% of GDP in 2024; the latest available comparable value for Afghanistan in this series is 3.1% of GDP for 2020 [7]. Dates vary, so the comparison primarily reveals the depth of the structural gap.

Islamic finance will reach 48% of total financing by 2025. Negara Malaysia develops value - based intermediation, linking Islamic financial solutions with socio-economic impact and the real sector [6].

In 2025, BNM launched the i - CITA program with RM 100 million matching funds to expand risk-sharing contracts, including mudarabah and musyarakah. This is particularly important for Afghanistan: Islamic architecture can be linked not only to compliance with the prohibition of riba, but also to the financing of food security, entrepreneurship, and sustainable projects [6].

Discussion. The results clarify the notion that Afghanistan's key task is merely completing the transition to Islamic banking. The comparison shows that an institutional form becomes economically significant only when it ensures the mobilization and productive allocation of resources.

The authors' first result is a distinction between "formal Islamization" and "functional Islamic mediation." The former requires contracts to comply with the prohibition of riba. The latter additionally requires adequate financing, a link to real assets, manageable risk, accessibility for SMEs, and a measurable impact on employment.

The second result is a proposal to change the reform's KPIs. The share of Sharia-compliant operations is insufficient. FDR / ADR, SME and agricultural financing, the number of active clients, the share of risk-sharing contracts, problematic financing, capital adequacy, cost of resources, and geographic coverage should be measured.

The third result is a portfolio approach to Islamic instruments. Murabaha is applicable to trade and working capital finance; ijara – to equipment; salam – to agriculture; istisna – to manufacturing and construction; musharakah and mudaraba – to entrepreneurial and investment projects.

Bangladesh acts as both a benchmark and an anti- benchmark. The high IDR demonstrates the ability of Islamic banks to channel resources into financing, but capital problems demonstrate the dangers of growth without prudential sustainability[4;5]. For Afghanistan, this means the need to set not a maximum, but a safe target corridor for the growth of mediation.

The Malaysian model shows a shift to value - based intermediation. For Afghanistan, the social function of Islamic finance can be focused on micro-entrepreneurship, employment, the agricultural sector and regional accessibility [6].

The proposed three-loop model includes an institutional loop (regulation, Shariah governance, capital, supervision); financial contour (deposits, liquidity, products, digital channels, risks); impact contour (SMEs, agriculture, investment, jobs).

Practical implementation should be phased. Phase 1 – standardization of contracts and Shariah governance requirements. Phase 2 – pilot projects for SME and agricultural financing through murabaha, ijara, and salam. Phase 3 – expansion of musharaka and mudaraba with mechanisms for sharing the primary risk. Phase 4 – digitalization and monitoring of socioeconomic impact.

Mechanically replicating Malaysia is impossible due to differences in capital markets, human capital, infrastructure, and data quality. Benchmarking should be used as a tool for selecting features: from Malaysia – ecosystem-based; from Pakistan – scaling; from Kazakhstan – phased approach; from Bangladesh – broad-based experience and prudential lessons. control. Practical recommendations: establish a target corridor for gradual growth of the funding-to-deposit ratio, linked to capital and portfolio quality; create a product matrix: murabaha - working capital; ijara - equipment; salam - agricultural sector; istisna - construction and production; musharaka / mu daraba - investment projects; introduce KPIs for Islamic mediation: volume of SME financing, number of borrowers, regional coverage, cost of financing, share of problem assets, capital adequacy and created jobs; formulate uniform requirements for Shariah governance: board competencies, internal control,

audit and disclosure; establish a pilot risk-sharing mechanism for SMEs and agriculture, allowing banks to co-finance viable projects; develop Islamic microfinance and digital channels for regions with a limited branch network; Each portfolio growth plan should be accompanied by concentration limits, stress testing, and capital requirements; publish an annual benchmarking panel of Afghanistan on key indicators with comparison with Pakistan, Bangladesh, Kazakhstan, and Malaysia. Conclusion. Afghanistan's main structural gap is extremely weak financial intermediation: ADR of about 10% at the end of 2024 [2]. Pakistan is the most relevant positive regional benchmark, with Islamic banks' FDR reaching 51.2% and their share around 23% of assets and 27.8% of deposits in the banking sector in 2025 [3]. Bangladesh shows a high IDR (0.99 in March 2025), but at the same time confirms the need for strict capital and risk requirements [4; 5]. Kazakhstan demonstrates the value of gradual institutional development of a mixed financial model; credit to the private sector amounted to 27.3% of GDP in 2024 [7]. Malaysia is setting the benchmark for a mature Islamic ecosystem, with Islamic finance reaching 48% of total financing in 2025 [6,8-11]. The proposed IFI allows Islamic finance to be assessed not only by the prohibition of riba, but also by its ability to provide accessible, sustainable, and productive financing. Gap Matrix identifies two critical areas: the transformation of deposits and the linkage of financial resources with SMEs, agriculture and investment. The strategic focus is the transition from formal Islamization to functional Islamic financial intermediation. Benchmarking transforms international experience from descriptive material into a system of measurable gaps, priorities, and management decisions.

Author's analytical tables.

Table 1 – Key indicators of Afghanistan

Indicator	Meaning	Interpretation
GDP growth, 2024	2.5%	Moderate recovery [1]
Gross loans	-13.6% y/y	Compression credit functions [2]
Number borrowers	16,642; -38%	Narrowing of formal scope [2]
ADR	≈10%	Extremely weak deposit transformation [2]
Accumulated profit banks	1.14 billion AFN	Profitability has improved, but intermediation is weak [2]

Financial stabilization of banks is not the same as restoring their intermediary function. The central KPI of the reform should be the growth of productive financing while maintaining stability.

Table 2 – International benchmarks

Country	Indicator	Meaning	Lesson
Afghanistan	ADR	≈10% (2024)	Weak transformation of deposits [2]
Pakistan	FDR of Islamic banks	51.2% (2025)	Scaling Mediation [3]
Bangladesh	IDR of Islamic banks	0.99 (03.2025)	High Intensity + Risk Control [4;5]
Kazakhstan	Private Sector Credit/GDP	27.3% (2024)	Institutional depth [7]
Malaysia	The share of Islamic finance	48% (2025)	Mature ecosystem [6]

Afghanistan lags behind primarily in the functional capacity of its financial system to channel attracted resources into the economy, and not only in the scale of the Islamic segment.

Table 3 – Author's IFI index (expert scale 1–5)

Country	FD	TI	IF	IR	DI	IFI

Afghanistan	1	1	2	1	1	1.2
Pakistan	3	4	4	4	4	3.8
Bangladesh	3	5	4	2	3	3.6
Kazakhstan	4	4	2	4	5	3.7
Malaysia	5	5	5	5	5	5.0

Note: IFI = 0.20 FD + 0.30 TI + 0.20 IF + 0.20 IR + 0.10 DI. The rating is the author's analytical construct, not an official rating.

Afghanistan's largest gap is emerging in the TI and IR blocs; therefore, productive deposit placement mechanisms and institutional strengthening are a priority.

Table 4 – Benchmarking Gap Matrix of Afghanistan

Direction	**Breakup**	**Benchmark**	**Adaptation**
Transformation of deposits	Critical	Pakistan	Growing Productive Financing
SMEs	High	Pakistan/Malaysia	Murabaha, Ijara, Musharaka
Microfinance	High	Bangladesh/Malaysia	Standardized small products
Shariah governance	High	Malaysia	Uniform standards and audit
Capital/ risks	High	Bangladesh - anti-benchmark	Growth only with sufficient capital
Digital accessibility	Medium-high	Kazakhstan/Malaysia	Remote channels and payments
Risk-sharing	High	Malaysia	Mudaraba/Musharaka pilots
Real sector	Critical	Malaysia/Pakistan	Agricultural sector, production, employment

The matrix allows us to move from a description of international experience to a specific sequence of reforms: first, institutions and risk control, then expansion of the product line and digital accessibility, followed by scaling up risk-sharing financing. Scenario-based interpretation of the results. Three scenarios are proposed for practical interpretation of the benchmarking. The conservative scenario assumes slow growth in financing while prioritizing regulatory stabilization. The moderate scenario combines strengthening of Shariah. Governance, product standardization, and the gradual expansion of financing through murabaha, ijarah, and salam. The accelerated scenario involves the active development of risk-sharing instruments and digital channels. The moderate scenario appears to be the baseline for Afghanistan, as it combines financial inclusion with risk control.

The experience of Bangladesh shows that high intensity of resource allocation without sufficient capital can impair sustainability [5]. Therefore, acceleration is permissible after the formation of a prudential framework. In the first stage, the key objective should be a sustainable increase in the number of active funding recipients and a reduction in non-performing liquidity; in the second stage, expanding the product structure and regional coverage; and in the third stage, increasing the share of partner instruments.

Agriculture is particularly important. Salam finances future production, ijara finances equipment, and musharaka finances joint investment projects. For small businesses, standardized murabaha, ijara, and microfinance are more feasible at the initial stage, while mudarabah and musharaka require more sophisticated reporting and project due diligence.

The author's three-loop model. The first, institutional loop, includes legal certainty, uniform requirements for Shariah governance, internal control, information disclosure, capital, and risk. The second, financial loop, is responsible for the flow of resources from the depositor to the real sector: deposits, liquidity, products, customer assessment, and digital channels. For Afghanistan, this loop is critical, as an ADR of around 10% indicates weak transformation of attracted funds [2].

The third, socioeconomic, loop captures the final outcome: the number of SMEs financed, agricultural financing, investment in equipment, jobs, and regional coverage. The loops should be interconnected: deteriorating asset quality limits growth; insufficient coverage stimulates digitalization; and a weak impact on the real sector requires adjustments to product policy.

The proposed model transforms benchmarking into an annual management cycle: measurement – comparison – gap identification – adaptation – re-measurement. Thus, international comparisons become a reform management tool, not just a descriptive part of the study.

Scientific and practical interpretation. Pakistan demonstrates the achievability of significantly higher deposit conversion to Islamic finance in a regional context, but its FDR of 51.2% should not automatically become Afghanistan's target [3]. Malaysia demonstrates the long-term architecture of a mature system: Sharia standards, innovative contracts, value - based intermediation and connection with the real economy [6]. Kazakhstan is useful as an example of the gradual nature of institution building.

Bangladesh provides an important anti- benchmark: financing intensity cannot be assessed separately from capital and asset quality. Therefore, the author's model includes a double filter—any target growth in FDR / ADR must be accompanied by requirements for capital adequacy and portfolio quality [5].

Ultimately, Afghanistan's task is not simply replacing interest-based contracts with Islamic ones, but rather creating a sustainable channel for converting savings into productive assets. Success criteria should include access to capital, quality of financing, financial sustainability, and measurable contribution to the real sector.

LITERATURE

1. World Bank. Afghan Economy Shows Signs of Gradual Recovery, But Outlook Remains Uncertain. Washington, DC, 2025.
2. World Bank. Afghanistan Development Update. April 2025. Washington, DC: World Bank, 2025.
3. State Bank of Pakistan. Financial Stability Review 2025. Karachi: SBP, 2026.
4. Bangladesh Bank. Quarterly Report on Islamic Banking in Bangladesh. January–March 2025. Dhaka, 2025.
5. Bangladesh Bank. Financial Stability Report 2025. Dhaka, 2026.
6. Bank Negara Malaysia. Annual Report 2025: Promoting a Progressive and Inclusive Islamic Financial System. Kuala Lumpur, 2026.
7. World Bank. World Development Indicators: Domestic Credit to Private Sector (% of GDP).
8. Islamic Financial Services Board. Islamic Financial Services Industry Stability Report 2025. Kuala Lumpur, 2025.
9. AAOIFI. Shari'ah Standards. Manama: Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions.
10. Chapra MU The Future of Economics: An Islamic Perspective. Leicester: The Islamic Foundation, 2000.
11. Iqbal Z., Mirakhor A. An Introduction to Islamic Finance: Theory and Practice. Singapore: Wiley, 2011.

UDC 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089474

ECONOMIC POTENTIAL OF THE ASAFETIDA VALUE CHAIN IN AFGHANISTAN: FROM CULTIVATION TO EXPORT-ORIENTED PROCESSING

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA
Professor, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Master's degree, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

SHE RZAD MOHAMMAD FERDAWS
Master's student, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

Abstract: *The article is devoted to assessing the economic potential of the Afghan asafoetida industry (Ferula Asafoetida (Asafetida) and the rationale for the transition from a predominantly raw material-based export model to an integrated value chain served as the initial empirical basis. The materials of a business project on the cultivation, processing, and export of asafoetida in Afghanistan served as the initial empirical base, including data on cultivation technology, the market environment, logistics, employment, standardization, and financial prerequisites. It is shown that the country's competitive advantage is formed by a combination of the natural suitability of arid territories, the relatively low water intensity of the crop, stable demand in South Asian markets, and the possibility of localizing processing. The author's "5 V - Hing " model is proposed, linking cultivation, quality verification, processing, market valorization, and export diversification. The practical significance lies in the development of a system of indicators that allows for the assessment of the transition from the sale of raw resin to the export of standardized products with higher added value.*

Key words: *Afghanistan; asafoetida; hing; value chain; agro-export; processing; competitiveness; value added; sustainable agriculture; export strategy.*

The study builds on a foundational document that views asafoetida cultivation not as an isolated agricultural operation, but as the foundation of a new enterprise with its own processing, quality control, logistics, and export facilities. This approach is fundamentally important: the economic impact arises not only in the field but also in subsequent stages, where quality, price, consumer confidence, and export margins are determined [1; 4; 7].

1. Introduction.

The Afghan economy has traditionally relied on agriculture, so the search for crops that can simultaneously increase agricultural profitability, conserve water, and generate legal export flows is of strategic importance. Asafoetida meets these criteria due to its biological adaptability to a dry climate and stable demand in South Asia [2; 4; 9]. The source materials note that the plant is grown in Daykundi, Samangan, Uruzgan, Balkh, Kunduz, Helmand, and Bamyan, with potential for geographic expansion, including Nangarhar. However, the supply chain is characterized by bottlenecks: insufficient post-harvest processing, uneven quality, limited transport infrastructure, and dependence on intermediaries.

The objective of the study is to develop an economically feasible model for the development of the asafetida value chain in Afghanistan, focused on local processing and direct export. To achieve this goal, the following objectives are addressed: systematizing supply and demand factors; assessing the comparative advantages of the crop; identifying points of lost added value; developing a system of performance indicators; and proposing areas for institutional and technological modernization. The scientific novelty lies in examining asafetida as an object of not only agronomic but also value chain management.

2. Materials and methods.

The methodological framework combines value chain analysis, PESTEL and SWOT approaches, crop benchmarking, elements of investment analysis, and scenario modeling. The initial quantitative and qualitative parameters are taken from the presented project: the time it takes for a plant to reach the productive stage, seed, shoot, and resin prices, per-acre yield benchmarks, personnel structure, processing requirements, and target markets. External market assessments in the original document are linked to materials from the FAO, Valuates. Reports, Technavio, Trade Map, WITS and other sources [4–7; 13].

An important methodological limitation is the heterogeneity of market estimates: the original document provides different estimates of the global asafetida market size. Therefore, these estimates are not combined in this article into a single "precise" figure; they are used primarily to confirm the direction of demand growth. This increases the accuracy of interpretation and separates robust conclusions—market growth, India's role, Afghanistan's raw material specialization—from estimates sensitive to the methodology of a specific analytical agency [5; 6].

Table 1 - Logic of the value chain study

Block	Research question	Method
Resource base	Why culture economically promising ?	Comparative analysis
Market	Where is being formed external demand ?	Trade segmentation and analysis
Value chain	At what stages is margin lost?	Value chain analysis
Risks	What limits scaling ?	PESTEL/SWOT
Result	How to measure the transition to recycling?	KPI system

3. Resource and production base of asafoetida.

Asafetida is a perennial plant in the Apiaceae family, adapted to dry and hot conditions. The original design emphasizes that the plant requires relatively little water, and the period from planting to resin production is approximately three to four years. This biology simultaneously creates an advantage and an investment barrier: low water consumption reduces operating costs, but the long lag period increases working capital requirements [1; 2].

The technological sequence includes seed preparation and soaking, sowing, seedling care, transplanting, root maturation, tapping, and repeated resin collection. The economic importance of worker skill is particularly significant at the tapping stage: the quality and frequency of tapping influence the volume and purity of the product. Consequently, human capital should be viewed as a production asset, and training as an investment in quality, not ancillary costs [1; 15].

Table 2 - Economic peculiarities production cycle

Parameter	Economic effect	Management investigation
3-4 years to collection	Deferred revenue	Reserve liquidity
Low water capacity	Decrease costs on irrigation	Priority arid zones
Multiple tapping	Repeatable harvest resins	Standardization of operations
Quality dependence on skill	Risk of heterogeneity	Training and quality control

4. Comparative profitability and agricultural diversification.

Source materials provide estimates that the profitability of asafoetida cultivation can significantly exceed that of traditional crops; a benchmark of over 900,000 afghani per acre per year after reaching the productive stage is specifically mentioned. This figure should be interpreted as a project or field benchmark, rather than a universal standard, since the result depends on the variety,

plant age, resin quality, market access, and selling price [4; 9]. Nevertheless, the yield gap itself creates a strong incentive for agricultural diversification.

Of particular importance is the possibility of legally replacing high-profit but illegal crops. Xinhua and other sources consider asafetida to be a commercially attractive alternative to poppy [9]. Economic policy in this case should support not just a plant replacement, but a full market chain: planting material, training, procurement, processing, and a guaranteed distribution channel. Without such a chain, farmers face a long investment cycle and the risk of dependence on intermediaries.

5. Global demand and export specialization of Afghanistan.

Demand for asafoetida is supported by three application groups: food processing and home cooking, traditional medicine, and the production of natural/functional products. India is the largest center of consumption and processing, while Afghan resin is traditionally used as an imported raw material [5; 11; 14]. The initial project also identifies Pakistan and the UAE as priority destinations for B2B sales.

A key structural conclusion is that a country's high export role alone does not guarantee maximum national income. If a significant portion of a product leaves the country in raw or semi-processed form, the operations of grinding, mixing, packaging, certification, and branding are performed abroad. Along with these operations, a portion of the margin is transferred abroad. Therefore, the indicator of export tonnage should be supplemented by an indicator of the share of value-added products [7; 13].

Table 3 - Targets export segments

Market	**The key question**	**Proposed format**
India	Spices, Ayurveda, processing	B 2 B - resin and standardized powder
Pakistan	Wholesale trade spices	Resin/powder in industrial packaging
UAE	Premium and Halal segment	Certified packaged products
Europe / North America	Ethnic and plant kitchen	Organic traceable products

6. Where added value is lost.

In a traditional supply chain, a farmer sells resin to a broker, the broker consolidates the batches, and further sorting and processing may take place outside the country. This architecture reduces the producer's bargaining power and complicates the development of uniform quality standards. The original document explicitly notes the challenges of post-harvest processing, quality control, transportation, and dependence on intermediaries. Consequently, the primary driver of growth is not a mechanical expansion of acreage, but a restructuring of the relationships between stages of the supply chain.

A local processing center must perform at least five functions: batch reception and identification; cleaning and stabilization; crushing/blending depending on the product; laboratory control; and export packaging and labeling. The economic effect is manifested through reduced losses, increased homogeneity, the possibility of a contract price, and a reduction in information asymmetry between the seller and the international buyer [8; 11].

7. Technological modernization of processing.

The initial design proposes the use of modern drying, grinding, and packaging solutions. For the company's economics, it is crucial that the technology be selected not based on maximum automation, but rather on the criteria of "lifecycle cost, quality, and maintainability." Given limited infrastructure, overly complex equipment can increase downtime and dependence on imported spare parts. Therefore, modular modernization is rational: first, hygienic primary processing and packaging, followed by laboratory infrastructure and more advanced processing [8].

Technological modernization must be accompanied by digital traceability of batches. A minimal system can record the province and farm of origin, harvest date, batch number, inspection results, weight, storage conditions, and buyer. Even without a sophisticated blockchain, such a

database creates the basis for complaints, certification, and performance analysis. Digital traceability subsequently becomes a marketing asset, as it confirms the origin of the Afghan product [10; 13].

8. Quality, standardization and market access.

For a raw materials exporter, quality is often determined by the buyer after the fact; for a branded product manufacturer, quality should be a manageable parameter. The initial project includes phytosanitary documentation, ISO 22000, organic certification, and, for certain markets, halal certification. These instruments should not be perceived as a formality: they reduce the buyer's transaction risks and expand the pool of potential counterparties [4; 11].

A three-level quality control system is proposed: incoming raw material inspection; process control; and final batch inspection. Critical indicators are established for each level: moisture, presence of impurities, homogeneity, weight, packaging condition, and batch identification. The economic quality KPI can be expressed as the percentage of batches accepted by the customer without discounts or complaints. Growth in this indicator directly reflects the company's ability to monetize standardization.

9. Logistics and export sustainability.

Mountainous terrain, remote growing areas, and limited infrastructure increase logistics costs. In this situation, the challenge is not only finding the shortest route but also reducing delivery time variability. For perishable products, delays mean physical loss; for asafoetida, they primarily mean increased warehouse costs, the risk of quality degradation, and missed contract deadlines. Therefore, it makes sense to establish regional consolidation points and plan for buffer stocks.

Export sustainability also requires diversification of routes and markets. A strong focus on India is economically justified by the scale of demand, but also creates concentration risk. Pakistan and the UAE can serve as additional markets and logistics hubs, while more distant markets can serve as premium segments. A strategic KPI is the share of the largest market in export revenue; its gradual reduction while maintaining overall growth will indicate increased sustainability [7; 13].

10. Employment and human capital development.

The initial project envisages approximately 30 jobs across the entire value chain: farmers and harvesters, processing technicians, packers, quality control specialists, logistics specialists, sales specialists, and management specialists. This structure demonstrates the multiplicative nature of local processing: one agricultural sector creates demand for technical, laboratory, administrative, and commercial skills. The transition from seasonal employment to year-round processing, quality control, and marketing functions is particularly important.

To assess the socioeconomic impact, it is proposed to use not only the number of jobs but also the skilled employment ratio $Kq = Nq / N$, where Nq is the number of jobs requiring specialized training and N is the total number of employees. An increase in Kq signifies the increasing complexity of the local value chain and the accumulation of human capital. An additional indicator is the share of the wage fund remaining in rural communities. These indicators allow us to link a commercial project to regional development.

11. PESTEL - industry development factors.

Political and legal factors create the most significant uncertainty: exports depend on trade procedures, banking settlements, licensing, and international restrictions. Economic factors, on the other hand, support the industry through potentially high profitability and external demand. Social factors are linked to employment and skills transfer. Technological factors relate to the modernization of processing. Environmental advantages stem from low water requirements, but risks of drought and soil degradation remain [4; 8–10].

Table 4 - PESTEL matrix priorities

Factor	Opportunity	Risk	Priority answer
P	Support legal agribusiness	Instability procedures	High
E	Export margin	Oscillations price / liquidity	High

S	Workers places	Deficit skills	Medium-high
T	Improving quality	Addiction from equipment	Average
Ecole	Low water capacity	Drought / soils	High
L	Certification	Barrier conformity	High

12. SWOT and competitive positioning.

The strengths of Afghan asafetida include its natural resources, known origin, relatively low production costs, and proximity to major Asian markets. Weaknesses include fragmented supplies, insufficient processing, uneven quality, and weak brand recognition. Opportunities stem from growing demand for organic spices and natural ingredients; threats include political restrictions, logistics, and competition from established processors [5; 8; 12].

A competitive strategy should be built not on the lowest raw material price, but on a combination of origin, quality, and supply reliability. Price may be an advantage at the outset, but long-term competitiveness requires a shift toward differentiation. To achieve this, Afghan products must be sold as traceable, standardized, and professionally packaged ingredients, not as anonymous resin. This shift transforms a natural advantage into a market advantage.

13. Author's model "5 V - Hing."

V - Hing ” model combines five sequential value creation loops: V 1 — Vegetation (sustainable cultivation and high-quality planting material); V 2 — Verification (traceability and quality control); V 3 — Value processing (local processing); V 4 — Valorization (certification, packaging, branding, and contract pricing); V 5 — Variety of markets (diversification of export markets). The model reflects the principle that each subsequent stage should increase not only the physical readiness of the product but also its economic value.

The proposed integrated value chain development index is calculated as I 5 V = 0.20 V 1 + 0.20 V 2 + 0.25 V 3 + 0.20 V 4 + 0.15 V 5, where each component is standardized from 0 to 1. The greater weight given to processing is due to the fact that it is at this stage that the main structural transition from the raw materials model occurs. The index can be used for annual self-assessment by an enterprise or regional program.

Table 5 — Indicators of the “5 V - Hing ” model

Circuit	**Example of KPI**	**Target direction**
V1	Survival plantings; yield	Height
V2	Share traceable parties	To 100%
V3	Share locally recycled volume	Height
V4	Share certified sales	Height
V5	Concentration index markets	Decrease concentrations

14. Economic model of added value.

For management calculations, it is proposed to separate the price of raw resin Pr and the price of standardized processed products Pp. The added value of processing per unit Q can be represented as VA = Pp − Pr − Cp, where Cp is the specific additional costs of cleaning, drying, grinding, inspection, packaging, and export preparation. The decision on the depth of processing is economically justified at VA > 0, taking into account the required rate of return and risk.

, the value retention ratio (Kr = VAdom / VAtotal) is more important, where VAdom is the value created within Afghanistan, and VAtotal is the final value of the chain up to the first foreign wholesale buyer. If processing, certification, and direct B2B contracts increase, Kr increases even without a sharp increase in physical harvest. Therefore, a "more tons" policy should be complemented by a "more value per ton" policy.

15. Development scenarios.

The baseline scenario assumes maintaining a mixed model: some products are sold as raw materials, while others undergo local primary processing. The integrated scenario includes

processing, laboratory testing, export packaging, and direct B2B contracts. The premium scenario complements the integrated model with organic certification, traceability, and origin promotion. These scenarios differ in their capital intensity, but also in their ability to maintain margins.

When comparing scenarios, five criteria should be used: revenue per kilogram of raw material; gross margin; cash flow period; share of direct sales; share of certified products. At the early stage, the integration scenario appears to be the most balanced: it creates added value but does not require an immediate transition to an expensive global consumer brand. The premium scenario can be implemented as reputation is built.

16. Discussion of results.

The results show that the industry's potential is not determined by the single factor of high agricultural profitability. If production expands without modernizing processing, logistics, and quality, increased yields will only increase the volume of raw materials sold through existing channels. In this case, a significant portion of the additional value will continue to be generated outside the country. Therefore, the central management element is the chain architecture, not any individual field.

The results are consistent with the general FAO and UNDP approaches to sustainable agrifood chains, where increasing farmers' incomes is linked to market access, quality, and institutional coordination [4; 8]. For Afghanistan, this logic is complemented by the objective of legally diversifying the rural economy. Asafoetida is particularly interesting because it combines resource conservation, export demand, and the potential for deep value localization.

17. Practical recommendations.

The first area is the creation of a contract farmer network with a unified standard for planting material and tapping. The second is the establishment of regional consolidation and primary inspection centers. The third is the phased launch of a processing center with modular equipment. The fourth is the implementation of batch passports and digital traceability. The fifth is preparation for ISO 22000, phytosanitary, and organic requirements depending on the market. The sixth is the conclusion of direct B2B contracts with buyers in India, Pakistan, and the UAE.

I 5 V annually and publish an internal progress map. At the enterprise level, the key goals in the first few years should not be maximum sales volume, but rather consistent quality, the share of local processing, and the reduction of intermediaries. This consistency reduces the risk of premature scaling and creates the foundation for subsequent branding.

Conclusion.

1. Asafoetida offers a combination of agro-ecological and market advantages for Afghanistan: the crop is adapted to arid conditions and is oriented towards stable external demand [2; 4–6].

2. The main limitation to economic impact is not so much related to cultivation, but to the fragmentation of the post-harvest chain, lack of processing, quality control and direct access to the buyer.

3. The strategic priority is to increase the share of value created domestically. This requires a transition from exporting primarily raw resin to standardized, traceable, and certified products.

4. The author’s model “5 V - Hing ” allows us to link agricultural technology, quality, processing, market valorization and export diversification into a single management system.

5. The practical effect of the industry’s development is manifested simultaneously in the growth of export margins, the creation of skilled jobs, a reduction in water loads and the expansion of legal sources of income for rural communities [8; 9].

LITERATURE

1. Akrami I. Asafoetida cultivation and harvesting in Bamiyan is gaining momentum. DW, 2020.
2. Davlatyar S. Hing: Medicinal and aromatic plant. ANIS Daily, 2023.
3. Bisht S., Mahendra P. Ferula asafoetida: Traditional uses and pharmacological activity // Pharmacognosy Reviews. 2012. Vol. 6, No. 12. P. 141–146. DOI: 10.4103/0973-7847.99948.
4. FAO. Afghanistan Crop Viability Analysis. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023.
5. Values Reports. Global Asafoetida Market: Size, Revenue, Growth and Market Share, 2024.
6. Technavio. Global Asafoetida Market 2023–2028. 2023.
7. International Trade Center. Trade Map: International Trade Statistics. 2023.
8. UNDP. Sustainable Spice Cultivation Practices. 2022.
9. Xinhua News Agency. Asafoetida offers a lucrative alternative to poppy cultivation in Afghanistan. 2024.
10. ResearchGate. Production trend and exports performance of asafoetida in Afghanistan. 2024.
11. ICAR–Indian Institute of Spices Research. Analytical note on the Indian asafoetida market. 2023.
12. GlobeNewswire. Global Organic Spices Market Forecast. 2024.
13. World Integrated Trade Solution (WITS). Asafoetida Trade and Tariff Reports. 2024.
14. Kumar A. From Afghanistan with Love: India's growing dependence on imported asafoetida // The Dollar Business. 2017.
15. Ministry of Agriculture, Irrigation and Livestock of Afghanistan (MAIL). Internal agricultural data, 2023–2024.

UDC 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089476

INVESTMENT AND FINANCIAL MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF ASAFETIDA PRODUCTION AND EXPORT IN AFGHANISTAN: RISKS, CASH FLOWS AND SCALE-UP STRATEGY

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA
Professor, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Master's degree, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

SHE RZAD MOHAMMAD FERDAWS
Master's student, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

Abstract. *This article develops an investment and financial approach to assessing a project for the cultivation, processing, and export of asafoetida in Afghanistan. The study is based on an initial business plan containing five-year forecasts, a structure of initial investments, a personnel model, a marketing strategy, and a risk analysis. It is shown that the specifics of the project are determined by the long biological cycle of the crop, a high need for initial financing, and the need for simultaneous investments in land, processing, quality, and export infrastructure. The author's "4 F - Hing " model is proposed: Finance, Farming, Factory, Foreign Market —and a system of benchmarks for liquidity, investment sustainability, and export performance. The use of phased financing, scenario analysis, and "investment gates" is substantiated, whereby the transition to the next stage of scaling occurs after achieving specified operational KPIs. The results can be used by entrepreneurs, investors, and development institutions when structuring agricultural export projects in conditions of high uncertainty.*

Key words: *asafoetida; investments; financial model; cash flow; Afghanistan; agribusiness; export; risk; scenario analysis; investment sustainability; processing.*

The original project calls for significant initial investments in equipment and land, a combination of equity, loans, and grants, and a five-year development period. This makes the project a useful example for analyzing how financial architecture should be synchronized with the biological cycle of a culture and the stages of market formation [4; 7; 15].

1. Introduction.

Investments in perennial agricultural crops differ from most commercial projects in that the cash cycle begins significantly earlier than the accumulation of stable revenue. For asafetida, this gap is particularly significant: based on the source materials, the period to the productive stage is estimated at approximately three to four years. At the same time, the enterprise must finance land, personnel, training, infrastructure, processing, certification, and marketing. Therefore, simply comparing the future price of the product with current costs is insufficient to assess the viability of the project [1; 2].

The purpose of this article is to develop an investment and financial model for the development of an asafetida cultivation, processing, and export enterprise in Afghanistan. The objectives include an analysis of the investment structure, funding sources, operating cash flows, liquidity risks, scaling scenarios, and a system of investment KPIs. The scientific novelty lies in the synchronization of four components—agricultural, production, financial, and export—within the framework of the "4 F - Hing " model.

2. Materials and methods.

The empirical basis was formed by sections of the original project devoted to sales forecasts, start-up costs, five-year cash flows, investment and financial activities, personnel, and risks. The

project mentions equipment investments of approximately $10,000, land acquisition of approximately $12,250, a total investment outflow of $138,520, as well as financing through the issuance of shares/stocks, loans, and a grant. These values are considered parameters of a specific project scenario, not average market standards.

Cash flow analysis, scenario analysis, break-even point assessment, stress testing, and risk-adjusted investment logic were applied. Since the initial project contained negative cash flows at certain stages, the emphasis was on liquidity and funding adequacy, not just accounting profit. This is consistent with the nature of a startup with a capital-intensive start-up period.

Table 1 - Financial blocks of the study

Block	The key question	Indicator
CAPEX	How many required to launch ?	Volume and structure investments
OPEX	What is it? price maintaining operations?	Operating expenses
Liquidity	Enough li monetary funds ?	Cash runway
Sales	How is growing revenue ?	Pace sales /average price
Risk	What violates plan ?	Stress scenario

3. Specifics of the investment cycle of asafoetida.

A key feature is the misalignment of the cost schedule and the harvest schedule. Land, planting material, and maintenance require funding from the first year, while a significant resin flow is generated later. If a company simultaneously builds a processing plant, a second investment cycle arises. As a result, the project's risk is determined not only by whether the crop will be profitable at maturity but also by whether the company can finance the transition period.

This allows us to formulate the principle of financial synchronization: the term of the capital raised should be no shorter than the period of biological maturation plus the period of achieving sustainable sales. Short-term debt requiring early repayment can create a liquidity crisis even in a positive long-term economic environment. Therefore, the financing structure should include a sufficient share of long-term capital, grants, or deferred repayment.

4. Structure of initial investments.

Start-up investments can be rationally divided into five groups: land and site preparation; planting material and fieldwork; processing equipment; warehouse and logistics; quality, certification, and commercial launch. This division allows us to distinguish between assets that create production capacity and expenses that create market access. For an export project, both groups are critical: equipment without certification does not ensure sales, and marketing without consistent quality does not ensure repeat contracts [4; 11].

Table 2 - Investment packages project

Plastic bag	Content	Effect type
A. Field	Earth, seeds, care	Future harvest
B. Recycling	Drying, grinding, packaging	Added price
C. Quality	Laboratory, procedures, certification	Market access
D. Logistics	Warehouse, consolidation, transport	Reliability supplies
E. Commerce	B2B sales, CRM, exhibitions	Contracts / revenue

Investment priorities should depend on the project stage. At the initial stage, the field and minimal infrastructure are critical; before the first commercial harvest, processing and quality are key; after stable batches are confirmed, marketing and export network expansion are key. This prioritization reduces the risk of capital being tied up in facilities that are not yet supplied with raw materials.

5. Sources of financing and cost of capital.

The initial financial plan utilizes a blended financing approach: equity, debt, and a grant. For a project with a long lead time, this combination makes economic sense, as different sources cover different risks. Equity bears the entrepreneurial risk, the grant can finance socially significant elements—training, sustainable agriculture, employment—while debt is more appropriately allocated to assets with a predictable cash flow.

The weighted average cost of capital in Afghanistan is difficult to determine using a single market rate due to the limitations of the financial system and the high risk premium. Therefore, for management decisions, it is preferable to use a range of discount rates and test the stability of the NPV at several values. Investors should see not just one "exact" estimate, but rather a threshold beyond which the project loses its attractiveness.

6. Revenue and pricing architecture.

Revenue depends on four variables: the physical volume of marketable resin, the yield of recycled products, the average price, and the proportion of batches sold directly. The initial project assumes annual sales growth of approximately 10% in the mature phase. For analysis, this rate should be considered a baseline scenario, which should be supported by contracts and actual order dynamics, rather than assumed automatically [5; 6].

Pricing architecture must differentiate between raw materials, industrially prepared resin, powder/mixture, and premium certified products. The more advanced the processing, the higher the potential price, but the greater the demands on quality, packaging, and working capital. Therefore, average price growth is a quality indicator of business development only when margins and sales velocity are simultaneously monitored.

7. Operating expenses.

The initial staffing model includes approximately 30 employees: field workers, processing technicians, packers, quality control specialists, logistics specialists, sales specialists, and management specialists. This means that the payroll is formed even before the plant reaches full capacity. In the financial model, it's important to distinguish between fixed and variable costs: administrative staff and basic infrastructure create a constant workload, while packaging, transportation, and some field work grow with volume.

For monitoring, the recommended ratio is OPEX - to - Sales = OPEX / Revenue. During the startup phase, it may be higher than one, but in a mature model, it should steadily decline. Logistics - to - Sales and Quality - cost - to - Sales should be monitored separately: excessive reductions in quality costs can improve OPEX in the short term, but worsen export prices and increase complaints.

8. Cash flow and liquidity problem.

The initial project shows negative operating cash flows at certain stages and significant investment outflows. For a startup, this is not an automatic sign of non-viability, but it does require a predetermined liquidity reserve. The critical indicator is cash. runway: the number of months a company can finance its liabilities without a new influx of capital.

It is proposed Calculate Runway = Cash Available / Average Monthly Net Cash Burn. If the ratio drops below 9-12 months until the expected next funding round or commercial harvest, management should implement a liquidity conservation plan: deferring optional CAPEX, accelerating prepayments on B2B contracts, grant funding for training, and phasing in capacity.

Table 3 - Signals financial control

Indicator	Green zone	Yellow Zone	Red Zone
Cash runway	>12 months.	6–12 months.	<6 months.
Share B2B prepayments	It's growing	Stable	It's decreasing
OPEX/ revenue	It's decreasing	Without changes	It's growing
Share marriage / discounts	Low	Hesitates	It's growing

9. Working capital.

The export model creates a working capital requirement between the procurement/collection of raw materials and the receipt of payment from the overseas buyer. The longer the logistics route and the longer the payment delay, the greater the gap. To reduce capital requirements, partial prepayment, letters of credit or other secure payment methods, shipment consolidation, and negotiated delivery schedules are advisable.

Particular attention should be paid to inventory. Too little inventory increases the risk of contract failure; too much inventory freezes funds. Optimization should be based on ABC / XYZ logic across product types and markets. For premium lots with high margins, a higher safety stock is acceptable, provided the storage quality is stable.

10. Break-even point.

The volume breakeven point can be defined as QBE = FC / (P − VC), where FC is the fixed costs, P is the average unit selling price, and VC is the variable cost per unit. For a multi-product model, the weighted average marginal contribution must be used. This formula is particularly useful when choosing between selling raw resin and processed product: a higher processing price is justified if the increase in marginal contribution offsets the additional fixed costs.

The managerial purpose of the break-even point is to determine the minimum capacity of the processing center. If in-house raw materials don't provide this capacity, contract processing for third-party farmers or the purchase of resin are possible. This transforms the plant from a proprietary asset into an infrastructural hub for the value chain.

11. Investment indicators.

A mature investment decision requires calculating the NPV, IRR, discounted payback period, and profitability index. However, in conditions of high uncertainty, these indicators must be accompanied by an analysis of the underlying assumptions. A positive NPV with an optimistic price and ideal occupancy is not sufficient. The investor must understand the sensitivity of the NPV to yield, price, launch delay, and logistics costs.

A minimum stress set is proposed: a 15% price reduction; a 20% yield reduction; a 12-month commercial launch delay; a 25% increase in logistics costs; and a combined scenario. If a project maintains acceptable liquidity in at least three of the four single stresses, its financial architecture can be considered more resilient.

12. Project risk matrix.

The main risks include political and regulatory, agro-climatic, technological, quality, logistics, market, and financial ones. These are interconnected: transport delays can degrade quality, a decrease in quality can degrade price, and a decrease in price can degrade liquidity. Therefore, the traditional "probability x damage" matrix should be supplemented with an analysis of cascade effects.

Table 4 - Risk matrix and financial response

Risk	Financial consequences	Measure
Delay harvest	Late revenue	Reserve liquidity
Decrease prices	Fall margins	Contracts / diversification
Growth of logistics	VC growth	Alternative routes
Quality discrepancy	Discounts / Refunds	QA and certification
Regulatory restrictions	Delay payments	reserve + compliance

13. Author's model "4 F - Hing ".

The "4 F - Hing " model includes four synchronized circuits: Farming - biological readiness and raw material base; Factory - processing and quality; Finance - capital, liquidity and profitability; Foreign Market — contracts and exports. An investment decision is considered balanced only when the development of one component does not critically outpace the others. For example, a large plant

without guaranteed raw materials creates underutilization, while expanding plantings without a market creates excess inventory.

The proposed integrated readiness index is calculated as R 4 F = min (Farm, Factory, Finance, Foreign), where each component is scored from 0 to 1. Using the minimum rather than the average value reflects the "bottleneck" logic: the weakest component constrains the entire system. If Finance = 0.45 and the other indicators are high, scaling should be postponed until liquidity strengthens.

14. Investment gate (stage - gate).

, four investment gates are proposed. Gate 1 – confirmation of agronomic suitability and contracts with farmers. Gate 2 – confirmation of raw material volumes and pilot processing. Gate 3 – obtaining the necessary quality documents and the first B2B contracts. Gate 4 – scaling capacity after confirmation of repeat sales and positive marginal profit.

Each gate links capital expenditures to actual KPIs achieved. This approach is particularly useful in conditions of high uncertainty, as it replaces one major, irreversible decision with a series of smaller ones. The investor retains the ability to adjust scale, technology, and market as information becomes available.

15. Scenario analysis.

The conservative scenario assumes slower sales growth, a delay in reaching planned yields, and high logistics costs. The baseline scenario assumes moderate growth. The accelerated scenario assumes early B2B contracts, a higher share of processed products, and a reduction in intermediary margins. The primary comparison criterion is not the maximum profit in the accelerated scenario, but the ability of each scenario to maintain solvency.

In the conservative scenario, the priority is to preserve cash Runway; in the basic scenario, achieving operational breakeven; in the accelerated scenario, preventing working capital overload. Therefore, the financial strategy should evolve with the growth stage, rather than remain fixed for five years.

16. Export strategy as a financial instrument.

Marketing is typically considered an expense, but in B2B exports, contract structure directly impacts financing. Advance payments, minimum order quantities, long-term contracts, and delivery schedules reduce cash flow uncertainty. Therefore, a commercial team should be evaluated not only by revenue but also by the quality of its contract portfolio.

It is proposed Contracted Revenue Ratio = Contracted Sales / Planned Sales. The higher the proportion of planned revenue confirmed by contracts or firm orders, the lower the risk of working capital investments. To scale up processing, it is advisable to establish a minimum threshold for this ratio, such as an internal corporate standard approved by investors.

17. Social and environmental return on investment.

The project creates effects not fully reflected in the commercial NPV: jobs, training, development of legal sources of income, and lower water intensity compared to some traditional crops. For development institutions, these effects may justify grant or concessional financing of individual components [3,4; 8; 9].

It is recommended to separate the commercial and extended investment impacts. The commercial impact includes the enterprise's cash flows. The extended impact includes the number of jobs created, increased farm incomes, the proportion of women and youth in education, water savings, and the volume of legal agricultural exports. This distinction makes the project understandable to both the private investor and the donor organization.

18. Practical recommendations.

1) Raise capital in stages, synchronizing it with the stages of biological and commercial development. 2) Do not finance large-scale processing expansion until the feedstock base is confirmed. 3) Maintain a liquidity reserve covering the long gap until harvest. 4) Use B2B prepayments and long-term contracts as a tool for financing working capital. 5) Conduct an annual stress test of NPV and cash flow. 6) Separate investments in quality and certification from “ optional” marketing expenses, as they determine market access.

For the investor council, a quarterly panel of eight KPIs is recommended: R 4 F, cash runway, OPEX / Sales, share of processed volume, share of certified lots, Contracted Revenue Ratio, gross margin, and revenue concentration by largest market. This system allows you to see not only the financial results of the previous period but also your readiness for the next stage of growth.

Conclusion.

1. The investment attractiveness of asafoetida is determined by high potential profitability and export demand, but the financial sustainability of the project is limited by the long period before the productive harvest [4,6,12-15].

2. The main risk is the asynchronous nature of investments and cash inflows. Therefore, the capital structure must take into account the biological cycle and provide for sufficient liquidity.

3. Mixed financing of equity, debt and grant funds can be effective if the purpose of each source is clearly defined.

4. The author's model "4 F - Hing " shows that scaling is only possible with a balanced readiness of the field, processing, finances and the external market.

5. The stage - gate approach reduces the irreversibility of decisions and allows the investor to increase investments as raw materials, quality, and contracts are confirmed.

6. For Afghanistan, the development of such a project is capable of combining commercial returns with employment, export diversification and resource conservation [8-11].

LITERATURE

1. Akrami I. Asafoetida cultivation and harvesting in Bamiyan is gaining momentum. DW, 2020.
2. Davlatyar S. Hing: Medicinal and aromatic plant. ANIS Daily, 2023.
3. Bisht S., Mahendra P. Ferula asafoetida: Traditional uses and pharmacological activity // Pharmacognosy Reviews. 2012. Vol. 6, No. 12. P. 141–146. DOI: 10.4103/0973-7847.99948.
4. FAO. Afghanistan Crop Viability Analysis. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023.
5. Values Reports. Global Asafoetida Market: Size, Revenue, Growth and Market Share, 2024.
6. Technavio. Global Asafoetida Market 2023–2028. 2023.
7. International Trade Center. Trade Map: International Trade Statistics. 2023.
8. UNDP. Sustainable Spice Cultivation Practices. 2022.
9. Xinhua News Agency. Asafoetida offers a lucrative alternative to poppy cultivation in Afghanistan. 2024.
10. ResearchGate. Production trend and exports performance of asafoetida in Afghanistan. 2024.
11. ICAR–Indian Institute of Spices Research. Analytical note on the Indian asafoetida market. 2023.
12. GlobeNewswire. Global Organic Spices Market Forecast. 2024.
13. World Integrated Trade Solution (WITS). Asafoetida Trade and Tariff Reports. 2024.
14. Kumar A. From Afghanistan with Love: India's growing dependence on imported asafoetida // The Dollar Business. 2017.
15. Ministry of Agriculture, Irrigation and Livestock of Afghanistan (MAIL). Internal agricultural data, 2023–2024.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089482

ЦИФРОВИЗАЦИЯ БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ И УПРАВЛЕНИЕ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ В КОММЕРЧЕСКОМ БАНКЕ: ОПЫТ АЗЕРБАЙДЖАНА

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

ДЖАБРАИЛОВ ДЖАБРАИЛ РАМАЗАН ОГЛЫ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *Цель статьи — обосновать модель риск-ориентированной цифровизации банковского обслуживания физических лиц, применимую к коммерческому банку Азербайджана. Исследовательское противоречие состоит в том, что расширение дистанционных каналов снижает трансакционные издержки и повышает скорость обслуживания, но одновременно увеличивает скорость реализации, связанность и потенциальную кумулятивность кредитного, операционного, кибернетического, мошеннического, ликвидного и поведенческого рисков. Методология объединяет статистический и структурно-динамический анализ официальных данных Центрального банка Азербайджана за 2024–2025 гг., анализ нормативных документов, сопоставление с принципами Базельского комитета, NIST и FATF, а также картирование рисков по цифровому клиентскому пути. Установлено, что в 2025 г. стоимость безналичных внутристрановых карточных платежей достигла 99,1 млрд манатов, 94,4% переводов с текущих счетов по количеству выполнялись через цифровой банкинг, а число операций в Системе мгновенных платежей выросло в 12,5 раза. Одновременно цифровой масштаб нельзя отождествлять с финансовой доступностью или снижением совокупного риска: показатели выпуска карт не раскрывают число уникальных активных клиентов, а агрегированные данные не позволяют причинно связать цифровизацию с качеством портфеля. Научная новизна состоит в разработке сквозной модели «цифрового паспорта риска», связывающей критическую услугу, допустимое воздействие сбоя, модельные и антифрод-метрики, внешние зависимости, клиентские исходы и процедуры восстановления. Предложен набор ключевых индикаторов риска и поэтапная дорожная карта внедрения. Сделан вывод, что зрелость цифрового банка должна измеряться не объемом дистанционных операций как таковым, а способностью сохранять заданный уровень обслуживания и защищать клиента при реализации комбинированного стресс-сценария.*

Ключевые слова: *цифровой банкинг, банковское обслуживание физических лиц, финансовые риски, операционная устойчивость, киберриск, кредитный риск, открытый банкинг, антифрод, Азербайджан.*

Цифровизация банковского обслуживания физических лиц перестала быть вспомогательным направлением автоматизации и стала способом организации самой банковской модели. Мобильное приложение, дистанционная идентификация, мгновенный платеж, алгоритмическое кредитное решение и программный интерфейс открытого банкинга образуют единый клиентский путь. Для банка это означает сокращение предельной стоимости операции, увеличение доступности услуг и накопление данных. Для клиента — непрерывный доступ и снижение временных издержек. Однако та же архитектура ускоряет распространение

ошибки: неверное решение или компрометация учетной записи масштабируется быстрее, чем в филиальной модели.

В международной литературе технологическое развитие банков обычно связывается с ростом конкуренции, изменением роли посредника и использованием новых данных [26–28]. Эмпирические работы показывают, что цифровые следы способны повысить прогностическую силу скоринга [29], а автоматизация может ускорить обработку заявки [30]. Эти результаты важны, но не универсальны. Улучшение средней точности не гарантирует справедливость отдельных решений, устойчивость модели при смене режима или отсутствие дискриминационного эффекта [32; 33]. Следовательно, цифровую эффективность необходимо оценивать совместно с ошибками, отказоустойчивостью и клиентскими последствиями.

Опыт Азербайджана представляет особый исследовательский интерес. С одной стороны, страна быстро расширяет карточную, мобильную и мгновенную платежную инфраструктуру; с другой — банковская система сохраняет особенности ресурсной базы, долларизации и концентрации, отмеченные в оценках МВФ [14; 15]. Регулятор последовательно формирует режим лицензирования платежных организаций, открытого банкинга, операционного риска, стресс-тестирования и риск-ориентированного надзора [4–12]. Такое сочетание позволяет рассматривать Азербайджан не как «догоняющий» пример, а как кейс одновременного роста цифрового масштаба и институционализации контроля.

Проблема статьи формулируется следующим образом: традиционная классификация рисков по отдельным «корзинам» — кредитный, операционный, ликвидный, рыночный — недостаточно отражает цифровую причинную цепочку. Компрометация цифровой идентичности сначала выглядит как киберинцидент, затем превращается в мошенническую операцию, финансовый убыток и обращение клиента, а при массовом характере — в репутационный и ликвидный стресс. Раздельные отчеты подразделений могут фиксировать фрагменты события, не показывая совокупную экспозицию и скорость распространения.

Цель исследования — разработать для коммерческого банка Азербайджана модель управления рисками цифрового обслуживания физических лиц, которая связывает продукт, технологию, модель принятия решения, поведение клиента, внешнего поставщика и способность к восстановлению. Для достижения цели решаются четыре задачи: систематизировать каналы воздействия цифровизации на риск; оценить актуальную динамику платежей и состояние банковского сектора; выявить разрывы между ростом цифрового предложения и измерением клиентских исходов; предложить контур управления, ключевые индикаторы и дорожную карту внедрения.

Исследовательский вопрос состоит не в том, «полезна ли» цифровизация, а в том, при каких условиях ее предельный эффект для банка и клиента остается положительным после учета ожидаемых и стрессовых потерь. Рабочее предположение статьи: объем цифровых операций является показателем масштаба, но не зрелости. Зрелость возникает тогда, когда банк устанавливает допустимое воздействие сбоя на критическую услугу, видит сквозные зависимости, измеряет остаточный риск и может восстановить обслуживание в пределах установленной толерантности.

Объект исследования — процессы цифрового обслуживания физических лиц в коммерческом банке. Предмет — управленческие отношения, методы и показатели, обеспечивающие контроль финансовых и сопряженных нефинансовых рисков. Под финансовым риском в широком прикладном смысле далее понимается вероятность потери капитала, дохода, ликвидности или экономической стоимости вследствие кредитного, рыночного, операционного, мошеннического, комплаенс- или репутационного события. Такое определение позволяет анализировать киберриск не как техническую проблему, а как источник финансового результата.

Граница исследования принципиальна. Работа не содержит банковских микроданных, индивидуальных кредитных историй, распределения мошеннических потерь или журналов инцидентов. Поэтому она не доказывает причинный эффект цифровизации на дефолты,

прибыльность или финансовую доступность. Статистические ряды используются для описания масштаба и направления изменений, а выводы о механизмах строятся на нормативной логике, научной литературе и сопоставлении источников. Это ограничение одновременно показывает, какие данные необходимы для дальнейшей эмпирической проверки.

В классической банковской модели информационная асимметрия оправдывает существование посредника: банк собирает сведения, оценивает заемщика, трансформирует сроки и управляет ликвидностью. Цифровая технология не отменяет эти функции, но меняет их носителей. Часть информации поступает из поведенческих и транзакционных данных, решение реализуется алгоритмом, взаимодействие переносится на платформу, а отдельные элементы процесса выполняются внешними поставщиками. Как показывают Vives, Boot и соавторы, Thakor, технологическое новшество меняет конкуренцию и организацию посредничества, но базовые проблемы доверия, стимулов и риска сохраняются [26–28].

Первый блок исследований подчеркивает эффективность. Цифровые следы могут дополнять традиционную кредитную историю, особенно при ограниченном «толстом файле» клиента [29]. Автоматизация стандартизирует процесс и сокращает время обработки [30]. Цифровые платежи снижают издержки обращения и потенциально поддерживают финансовую включенность [31]. Но здесь возникает проблема селекции: более активные цифровые пользователи отличаются по доходу, возрасту, грамотности и доступу к устройствам. Наблюдаемая корреляция между цифровым каналом и качеством кредита не равна эффекту канала.

Второй блок литературы рассматривает новые источники ошибок. Алгоритм может воспроизвести структурные различия в данных, а высокая средняя точность сосуществовать с неодинаковой частотой ошибочных отказов для групп клиентов [32; 33]. Модельный риск включает неправильную спецификацию, дрейф входных данных, обходную корреляцию с чувствительным признаком, непрозрачность решения и некорректное использование результата сотрудником. Для розничного банка это одновременно кредитный, комплаенс- и репутационный риск.

Третий блок посвящен операционным и киберрискам. Исследования МВФ и Банка международных расчетов показывают, что киберсобытия характеризуются тяжелым правым хвостом распределения убытка, неполной отчетностью и временным лагом между проникновением и обнаружением [23–25]. В цифровом банке частота низкоущербных событий может быть высокой, а редкий сценарий — одновременно затронуть платежи, данные и доверие. Поэтому управление только ожидаемым убытком систематически недооценивает экстремальный сценарий.

Базельский комитет предлагает рассматривать цифровизацию как источник выгод и одновременно стратегических, репутационных, операционных и системных рисков [17]. Принципы операционной устойчивости смещают акцент с предотвращения каждого сбоя на сохранение критических операций в пределах допустимого воздействия [18]. Принципы управления сторонними поставщиками добавляют концентрацию, заменяемость и зависимости следующих уровней цепочки [19]. NIST CSF 2.0 включает функцию Govern наряду с Identify, Protect, Detect, Respond и Recover [21], тем самым помещая киберконтроль в контур корпоративного управления.

Для Азербайджана опубликованы исследования доверия, защиты данных и регулирования цифрового банкинга [34], а также анализа связи показателей цифрового и открытого банкинга [35]. Их вклад состоит в локализации проблемы. Вместе с тем короткие агрегированные временные ряды и отсутствие банковских панелей ограничивают интерпретацию причинности: статистический тест на временное предшествование не раскрывает канал воздействия и чувствителен к малой выборке. В статье поэтому не воспроизводится «гонка коэффициентов», а строится проверяемая управленческая модель.

Исследовательский разрыв заключается в отсутствии сквозного подхода, который соединял бы три уровня: макроуровень цифровой инфраструктуры, уровень устойчивости банковского сектора и микроуровень конкретного клиентского пути. Одни показатели отвечают на вопрос «насколько быстро растет канал», другие — «достаточен ли капитал», но ни те, ни другие непосредственно не показывают, сможет ли клиент безопасно завершить критическую операцию при комбинированном сбое. Предлагаемый подход заполняет этот разрыв через цифровой паспорт риска и систему взаимосвязанных индикаторов.

Методологический дизайн имеет характер прикладного кейс-исследования с триангуляцией источников. Первый слой — официальная статистика Центрального банка Азербайджана о платежах и банковском секторе за 2024–2025 гг. [1–3]. Второй — нормативные акты и стратегические документы по платежным услугам, открытым интерфейсам, операционному риску, надзору, стресс-тестированию и защите потребителя [4–13]. Третий — международные стандарты и научные исследования, применяемые для проверки полноты локального контура [17–35].

Единицей анализа выбран цифровой клиентский путь, а не отдельная информационная система. Путь включает привлечение клиента, идентификацию, согласие на обработку и передачу данных, открытие счета, выпуск платежного инструмента, платеж или перевод, кредитное решение, последующее обслуживание, оспаривание операции и восстановление. Такой выбор уменьшает риск «организационных швов», когда каждая система формально функционирует, но итоговая услуга недоступна или небезопасна.

Для сопоставления динамики используется темп прироста. Если источник раскрывает величину за 2025 г. и годовой темп, базовое значение 2024 г. восстанавливается расчетно. Расчет не подменяет официальную статистику и маркируется как оценка; возможное расхождение связано с округлением исходной величины и темпа. $g = (X / X_{-1} - 1) \times 100\%$; $X_{-1} = X / (1 + g)$. (1)

Для диагностики цифрового риска предлагается неаддитивный индекс давления, применимый после нормирования компонентов на интервале от 0 до 1. Экспозиция E отражает объем и частоту цифровых операций; скорость S — время от инициирования до необратимого эффекта; связанность I — число критических внутренних и внешних зависимостей; C — эффективность контрольной среды. Мультипликативная форма выбрана потому, что одновременный рост масштаба, скорости и связанности создает нелинейный эффект. Индекс является авторской управленческой конструкцией и в статье не калибруется на фактических потерях.

$DRP = E \times S \times I \times (1 - C), \quad 0 \le E, S, I, C \le 1.$ (2). На уровне отдельного сценария остаточный риск определяется как валовой риск после учета дизайна и фактической работоспособности контроля. Показатель эффективности контроля должен учитывать не только наличие регламента, но и результаты тестирования, инциденты, обходы, качество данных и время восстановления. При отсутствии надежной статистики вероятность и убыток задаются диапазоном, а не ложной точкой.

$R_{re}(i,j) = P(i,j) \times L(i,j) \times [1 - CE(i,j)]$. (3)

где P — вероятность сценария i на клиентском пути j; L — совокупный прямой и косвенный убыток; CE — подтвержденная эффективность контроля. Для хвостовых кибер- и ликвидных сценариев к ожидаемому убытку добавляется стрессовая оценка потерь, времени простоя и числа затронутых клиентов. Денежная мера дополняется клиентской: невозможно корректно признать риск приемлемым, если финансовый убыток банка мал только потому, что потери переложены на потребителя.

Достоверность обеспечивается четырьмя приемами: использованием первичных официальных источников; раздельным обозначением факта, расчета и предложения; проверкой единиц измерения и знаменателей; отказом от причинных формулировок при агрегированных данных. Ограничения включают отсутствие единой открытой статистики по активным цифровым пользователям, мошенническим потерям, времени восстановления,

банковским API-инцидентам и качеству моделей. Поэтому результаты следует трактовать как диагностическую и проектную основу, а не как оценку эффективности конкретного банка.

Правовой поворот связан с Законом Азербайджанской Республики № 987-VIQ «О платежных услугах и платежных системах», принятым 14 июля 2023 г. и вступившим в силу через три месяца после опубликования. Закон определил основы деятельности платежных организаций, организаций электронных денег и операторов, а также требования к платежным услугам и надзору [4]. Для банков это означает переход от закрытого продуктового контура к регулируемой экосистеме, где ответственность распределена между участниками, но не исчезает.

Стратегия развития финансового сектора на 2024–2026 гг. закрепила развитие конкурентной платежной экосистемы, открытого банкинга, цифровых финансов, риск-ориентированного регулирования и надзорных технологий [5]. Практическая инфраструктура включает Систему мгновенных платежей, национальный стандарт AZQR, расширение приема бесконтактных платежей и единый шлюз открытых API. Эти элементы снижают стоимость подключения и повышают совместимость, но одновременно делают отказ общего компонента потенциально значимым для многих банков.

Требования открытого банкинга утверждены Центральным банком в декабре 2024 г. и охватывают доступ к информации по счету, инициирование платежей и открытые данные [6]. По итогам 2025 г. API 19 коммерческих банков и Azerpost были интегрированы в единый шлюз, а семь организаций подключились в роли поставщиков информации по счетам [2]. Открытый банкинг превращает согласие клиента, управление токеном, аутентификацию и доступность API в финансово значимые контролируемые объекты.

В 2025 г. регулятор утвердил специальное положение по управлению операционным риском. Оно требует идентификации, измерения и мониторинга, внутренней и надзорной отчетности, а также базы событий операционного риска [7]. Общие правила риск-менеджмента закрепляют риск-аппетит, лимиты, оценку новых продуктов, три линии защиты и планирование непрерывности [8]. Для цифрового продукта это создает нормативное основание, но не гарантирует сквозность: банк сам должен объединить события из ITSM, SOC, антифрода, AML, контакт-центра и кредитных систем.

Киберстратегия финансового рынка на 2023–2026 гг. использовала отраслевую оценку зрелости на основе подходов NIST. Историческая базовая оценка банковского сектора составила 2,14 балла; компоненты Respond и Recover были ниже компонентов Protect и Detect [9]. Этот результат нельзя автоматически переносить на состояние 2025–2026 гг.: он описывает стартовую диагностику стратегии. Однако он обосновывает приоритет восстановления и учений, а не только периметровой защиты.

В 2026 г. регулирование стало более связным. Стратегия банковского надзора на 2026–2027 гг. выделила операционную устойчивость, модернизацию риск-менеджмента, устойчивость бизнес-модели, корпоративное управление, риск-культуру и защиту потребителя [10]. Единые правила стресс-тестирования потребовали учитывать взаимодействие кредитного, ликвидного, рыночного и операционного рисков и валидировать модели [11]. Тем самым регуляторная логика приблизилась к комбинированному сценарию, который предлагается в статье.

Особенно показателен механизм дистанционного потребительского кредитования, утвержденный в 2026 г. и вступающий в силу 1 октября 2026 г. Клиент получает возможность добровольно запретить заключение дистанционных кредитных договоров, а выдача средств откладывается на 2 или 24 часа в зависимости от суммы [12]. Экономический смысл «периода охлаждения» — сознательное снижение скорости ради уменьшения риска кредита, оформленного мошенником или под давлением социальной инженерии. Это пример регулирования скорости как параметра риска.

Методические рекомендации по рыночному поведению финансовых организаций, утвержденные в августе 2026 г., добавляют потребительский исход к традиционному

контролю капитала и процедур [13]. Для цифрового банка жалоба, отказ от спорной операции, длительность возврата средств и понятность объяснения решения должны войти в риск-дашборд. Иначе защита клиента остается постфактум-функцией контакт-центра, а не ограничителем дизайна продукта.

Таблица 1 — Институциональные элементы цифровой финансовой экосистемы Азербайджана

Элемент	Функции	Новый риск/ требование к банку
Закон о платежных услугах	Лицензирование и правила участия	Разделение ролей; ответственность за партнера и информирование клиента
IPS и AZQR	Мгновенные account-to-account платежи	Сокращение окна остановки; круглосуточный антифрод и ликвидность
Открытый банкинг	Доступ к счетам и инициирование платежей	Согласие, токены, API, идентичность, сторонняя концентрация
e-KYC и общая KYC-платформа	Удаленное подключение и повторное использование данных	Подмена личности, качество биометрии, приватность, актуальность данных
FinCERT / обмен сведениями	Секторная координация киберреагирования	Единая таксономия и своевременная передача индикаторов компрометации
ARAS и SupTech	Риск-ориентированный надзор и аналитика	Качество регуляторных данных; прослеживаемость и сопоставимость метрик

Данные за 2025 г. показывают ускорение цифрового платежного оборота. Стоимость безналичных внутристрановых операций по картам достигла 99,1 млрд манатов, увеличившись примерно на 26%. Доля безналичных операций во внутристрановом карточном обороте составила 67,6%, то есть выросла на 3,4 процентного пункта. Количество электронных торговых операций достигло 1,5 млрд, а их стоимость — 86,4 млрд манатов [1]. Эти показатели фиксируют поведенческий сдвиг, но не раскрывают долю уникальных клиентов и концентрацию оборота.

Число карт в обращении на 1 января 2026 г. достигло 22 млн, из них 19,9 млн приходилось на дебетовые и 2,1 млн — на кредитные карты; количество виртуальных карт составило 2,3 млн. В стране действовало 184,2 тыс. POS-терминалов, 99% которых поддерживали бесконтактную оплату, и 3572 банкомата [1]. Рост POS-сети на 54,1% за год существенно расширяет точки приема, однако выпуск карты как показатель предложения не означает регулярного использования.

Переводы с текущих счетов особенно отчетливо демонстрируют переход каналов. В 2025 г. было выполнено 1,060 млрд переводов на 507,4 млрд манатов; цифровой банкинг обеспечил 94,4% операций по количеству и 82,5% по стоимости. Стоимость переводов через интернет-банкинг составила 308,9 млрд манатов, через мобильный банкинг — 73,0 млрд [1]. Разрыв между долей по количеству и стоимости закономерен: бумажный канал сохраняет более крупные операции.

Система мгновенных платежей обработала около 10,0 млн операций на 2,6 млрд манатов; их количество выросло в 12,5 раза, стоимость — на 90,1% [1; 2]. Быстрый рост с низкой базы требует осторожной интерпретации. Для риск-менеджмента важен не только процент, но и новая абсолютная частота решений в режиме 24/7. Если контроль работает с задержкой или только в рабочее время, скорость платежа превращает обнаружение в учет уже реализованного убытка.

Таблица 2 — Динамика ключевых показателей цифрового обслуживания, 2024–2025 гг.

Показатель	2024г.оценка	2025	Изменение
Безналичные внутристрановые платежи по картам, млрд AZN	78,90	99,10	+25,6%
Электронная торговля: стоимость, млрд AZN	66,56	86,40	+29,8%
Интернет-банкинг: переводы, млрд AZN	274,82	308,90	+12,4%
Мобильный банкинг: переводы, млрд AZN	63,87	73,00	+14,3%
IPS: количество операций, млн	≈0,80	9,99	в 12,5 раза
IPS: стоимость операций, млрд AZN	1,37	2,61	+90,1%
Карты в обращении, млн	19,91	22,00	+10,5%
POS-терминалы, тыс.	119,53	184,20	+54,1%

Сопоставление 22 млн выпущенных карт с показателем Всемирного банка 46,2% взрослого населения, имеющего счет в финансовой организации или у провайдера мобильных денег по данным обследования 2024 г., на первый взгляд выглядит противоречиво [16]. Но знаменатели различаются: первый показатель — число платежных инструментов, второй — доля уникальных взрослых респондентов. Один клиент может иметь несколько карт, часть карт может быть неактивной, а обследование отражает самоотчет. Корректный вывод состоит не в опровержении одного источника, а в необходимости публиковать число уникальных активных пользователей и распределение активности.

Рост цифрового оборота происходил при устойчивых агрегированных пруденциальных показателях. На конец 2025 г. активы банковского сектора составили 57,1 млрд манатов, кредитный портфель — 30,1 млрд, регулятивный капитал — 6,8 млрд. Совокупный коэффициент достаточности капитала равнялся 17,6%, коэффициент покрытия ликвидности — 154,5%, мгновенная ликвидность — 54% [2]. Эти буферы важны, но агрегированное среднее может скрывать неоднородность отдельных банков, что отдельно подчеркивалось в FSAP МВФ [15].

Кредитный портфель вырос на 9,4%, в том числе потребительские кредиты — на 10,8%, ипотечные — на 8,4%, бизнес-кредиты — на 8,9%. В первом полугодии 2025 г. объем необслуживаемых кредитов увеличился на 20,1% до 787 млн манатов, а их доля — до 2,8%; резервы примерно вдвое превышали объем NPL [3]. Эти данные не позволяют отнести рост NPL к цифровому кредитованию: отсутствует разбивка по каналу выдачи и винтажам. Однако они требуют проверить, не маскирует ли быстрый рост выдач будущий риск.

Финансовая долларизация остается каналом чувствительности. На конец 2025 г. доля валютных кредитов составляла 14,2%, валютных вкладов населения — 31,5%, депозитов юридических лиц — 38,7% [2]. Для цифрового розничного банка прямой валютный риск может быть ограничен, но макрошок влияет на доходы клиента, качество портфеля, структуру сбережений и поведение вкладчиков. МВФ также обращает внимание на волатильность крупных корпоративных депозитов, концентрацию и зависимость от нефтегазового цикла [14; 15].

Таблица 3 — Контекст финансовой устойчивости банковского сектора Азербайджана

Индикатор	Значение	Интерпретация для цифрового риса
Активы, конец 2025 г.	57,1 млрд AZN; +7,7%	Рост масштаба повышает абсолютную значимость непрерывности

Кредитный портфель	30,1 млрд AZN; +9,4%	Нужен винтажный анализ по цифровому и нецифровому каналу
CAR	17,6%	Системный буфер выше минимума, но не заменяет контроль хвостовых событий
LCR	154,5%	Агрегированный запас ликвидности; требуется сценарий цифрового оттока
NPL, I полугодие 2025 г.	2,8%; +0,4 п.п.	Рост не доказывает эффект цифровизации, но усиливает требование к ранним сигналам
Долларизация вкладов населения	31,5%	Поведенческий и валютный канал стресса
ROA / ROE	2,1% / 18,2%	Текущая прибыльность создает ресурс для инвестиций в устойчивость

Цифровой кредит сокращает время между маркетинговым импульсом, заявкой и выдачей. Выгода состоит в меньшей стоимости процесса и возможности использовать транзакционные признаки. Риск — в том, что ошибка правила или модели тиражируется на весь поток. При традиционной выдаче часть ошибок локализована сотрудником и временем рассмотрения; при автоматической — скорость становится множителем. Поэтому лимит должен устанавливаться не только на продуктовый портфель, но и на долю выдач, зависящих от одной модели, источника данных или провайдера идентификации.

Контроль качества цифрового скоринга требует раздельного винтажного анализа: дата выдачи, версия модели, канал, устройство, источник лида, тип идентификации, наличие ручной проверки. Базовые метрики AUC/Gini и дефолтность необходимо дополнять дрейфом распределений, долей решений вне области обучения, стабильностью к пропускам и контрфактическими проверками. Снижение дефолтности после внедрения модели еще не доказывает ее эффект, если одновременно изменились кредитная политика, доходы населения или состав заявителей.

Риск клиента проявляется и в чрезмерной доступности. Регуляторный период охлаждения и добровольный запрет дистанционного кредита [12] создают «трение безопасности». Банк может дополнить их адаптивной задержкой при смене устройства, SIM-карты, реквизитов или поведенческого профиля. Такое трение должно быть риск-ориентированным: массовое усложнение ухудшает доступность, а отсутствие задержки в аномальном сценарии увеличивает мошеннический и кредитный убыток.

В цифровом клиентском пути технический сбой и мошенничество взаимосвязаны. Недоступность сервиса может заставить клиента использовать поддельный канал поддержки; фишинг может привести к авторизованному клиентом переводу; компрометация API — к массовому извлечению данных; ошибка конфигурации — к неверному зачислению или двойной операции. Таксономия события должна сохранять первопричину, механизм, финансовый результат и клиентский исход, а не выбирать только одну удобную категорию.

Ключевая особенность мгновенного платежа — сокращение времени для отзыва. Значит, контроль должен работать до или в момент авторизации, а не после суточной сверки. Необходимы поведенческая аналитика, граф связей получателей, оценка устройства, скорости действий, новизны бенефициара и комбинации малых сигналов. При этом избыточные блокировки создают «риск ложного положительного решения»: клиент теряет доступ к собственным средствам, банк — доверие и доход.

Операционная устойчивость отличается от непрерывности отдельной системы. Клиентская операция может зависеть от мобильного приложения, IAM, биометрии, процессинга, SMS/телеком-оператора, core banking, внешнего API, платежной системы, базы санкций и контакт-центра. Тест резервирования одного сервера не доказывает устойчивость

пути. Банк должен определить критическую услугу, допустимое число затронутых клиентов, максимальную длительность и предельную финансовую ошибку, а затем тестировать сценарий сквозным образом [18].

Историческая отраслевая диагностика киберзрелости Азербайджана показала сравнительно более слабые функции реагирования и восстановления [9]. Это не является текущей оценкой конкретного банка, но указывает на типичную асимметрию расходов: защита получает больше внимания, чем возвращение к безопасной работе. Реалистичное учение должно включать недоступность основного канала, ошибочные остатки, очередь спорных операций, внешнюю коммуникацию и критерии перехода на деградированный режим.

Цифровой канал ускоряет не только платеж, но и изъятие вклада. Социальные сети и агрегаторы счетов снижают информационные и операционные барьеры для перевода средств. Поэтому сценарий ликвидности должен моделировать внутридневной отток по сегментам и каналам, учитывать доступность мгновенных платежей и одновременный киберинцидент. Высокий LCR на отчетную дату не гарантирует способность управлять операционной ликвидностью при нарушении данных об остатках или недоступности платежной инфраструктуры.

Внешние поставщики создают специализацию и экономию масштаба, но могут концентрировать критические функции. Банку недостаточно проверить договор с прямым провайдером; необходимо понимать субподрядчиков, облачные регионы, общие библиотеки, оператора связи, процедуры выхода и переносимость данных. Базельские принципы управления сторонним риском сохраняют конечную ответственность совета банка и требуют учитывать концентрацию и зависимость от последующих звеньев [19].

Удаленная идентификация одновременно расширяет доступ и повышает риск синтетической личности, deepfake, подмены документа и захвата действующего аккаунта. FATF рекомендует риск-ориентированно оценивать надежность цифровой идентичности в рамках надлежащей проверки клиента [22]. Контроль должен разделять уверенность при первичном установлении личности и при последующем входе: надежная первоначальная e-KYC не предотвращает компрометацию сессии через социальную инженерию.

Риск рыночного поведения появляется, когда интерфейс подталкивает к неподходящему продукту, скрывает стоимость, усложняет отказ или не объясняет алгоритмическое решение. Жалобы — не только показатель сервиса, но и опережающий индикатор дефекта процесса. В 2025 г. Центральный банк получил 85 373 обращения, из 20 564 письменных обращений 14 802 относились к банковскому сектору [2]. Без нормирования на число активных клиентов и операций абсолютное число не позволяет сравнивать банки, но подтверждает значимость клиентского результата.

Репутационный риск связывает остальные категории. Массовая недоступность, задержка возврата, публично непонятное решение модели или утечка данных меняют доверие, а затем поведение клиентов. Причинная цепь нелинейна: одинаковый прямой убыток может иметь разный репутационный эффект в зависимости от прозрачности коммуникации и справедливости компенсации. Поэтому план реагирования должен заранее распределять полномочия по информированию, временному упрощению процедур и возмещению.

Таблица 4 — Карта рисков по цифровому клиентскому пути

Этап	Ключевой сценарий	Финансовое проявление	Приоритетный контроль
Привлечение	Поддельная реклама / фишинг	Мошенничество, репутационный ущерб	Мониторинг доменов и бренда; подтвержденный канал

e-KYC	Подмена или синтетическая личность	Кредитный и AML-убыток	Liveness, документ, риск устройства, ручная эскалация
Вход	Account takeover / SIM swap	Несанкционированный вывод	Адаптивная MFA, связка устройства, поведенческий профиль
Платеж	Социальная инженерия / mule account	Fraud loss, возмещение, жалоба	Граф получателей, step-up, предупреждение, hold
Кредит	Дрейф или обход скоринга	Рост PD/LGD, резервов и капитала	Винтаж, drift, challenger, независимая валидация
API	Ошибка согласия / утечка токена	Утечка данных, спорные платежи	OAuth-политика, mTLS, лимиты, журнал согласий
Сбой	Отказ общей зависимости	Простой, штрафы, отток средств	Impact tolerance, резервный путь, учение
Оспаривание	Долгое или непрозрачное рассмотрение	Компенсация и репутационный риск	SLA, единый case-management, анализ первопричины

Предлагаемая модель исходит из трех принципов. Первый — риск принадлежит владельцу клиентского пути, а не только технологическому подразделению. Второй — лимит задается на воздействие на критическую услугу и клиента, а не исключительно на доступность компонента. Третий — решение о развитии канала принимается по паре «ценность — остаточный риск»: рост оборота без подтвержденной устойчивости не считается успехом.

Центральным артефактом служит цифровой паспорт риска. Он создается для каждого значимого клиентского пути и содержит: границы услуги; владельца; клиентские сегменты; зависимые данные, модели, API и поставщиков; перечень тяжелых, но правдоподобных сценариев; валовой и остаточный риск; допустимое воздействие; ключевые индикаторы; остановочные триггеры; резервный способ обслуживания; правила коммуникации и возмещения. Паспорт обновляется при существенном изменении продукта, модели, поставщика или угроз.

Паспорт не заменяет реестр рисков, архитектурную документацию и план непрерывности. Его функция — создать общий объект управления между бизнесом, рисками, безопасностью, IT, комплаенсом, казначейством и клиентским блоком. Если каждая функция использует собственный идентификатор события, единый паспорт содержит сквозной идентификатор клиентского пути и позволяет агрегировать последствия. Такой подход соответствует требованиям к качественной агрегации риск-данных [20].

Рисунок 1 — Контур риск-ориентированного управления цифровым клиентским путем

1. Проектирование владелец, критичность, риск-аппетит	2. Идентификация e-KYC, согласие, устройство	3. Решение и платеж скоринг, AML, антифрод, лимиты
4. Наблюдение KRI, дрейф, API, жалобы	5. Восстановление	6. Обучение

	изоляция, возмещение, коммуникация	RCA, сценарии, модели, контроль

На этапе проектирования владелец формулирует не только бизнес-кейс, но и негативный бизнес-кейс: что произойдет при подмене личности, деградации модели, отказе общего API, компрометации поставщика и массовом оспаривании. Комитет по новым продуктам утверждает критичность, допустимое воздействие и минимальный пакет телеметрии до запуска. Продукт без измеримого клиентского результата и процедур безопасной остановки не должен переходить в промышленный режим.

На этапе идентификации контролируется цепочка доверия: доказательство личности, устройство, номер телефона, согласие и уровень уверенности. Риск-оценка должна быть динамической. Например, безопасно открытый счет может стать высокорисковым после смены устройства, сброса учетных данных и добавления нового получателя в течение короткого интервала. Отдельные слабые сигналы объединяются в сценарий, а не анализируются как независимые события.

На этапе решения и платежа кредитная модель, AML и антифрод должны обмениваться признаками, но сохранять разные цели и ответственность. Антифрод минимизирует ожидаемый мошеннический убыток и клиентский вред; кредитная модель оценивает способность и готовность погашать; AML выявляет подозрительную активность. Механическое объединение оценок затрудняет объяснимость. Координация достигается оркестратором правил и общей таксономией, а не «черным ящиком» одного балла.

Непрерывное наблюдение объединяет технические, финансовые и клиентские сигналы. Критическая API-доступность анализируется вместе с долей незавершенных операций, повторными попытками, обращениями и расхождениями по остаткам. Кредитный drift рассматривается вместе с approval rate и дефолтностью винтажей. Мошеннические потери — вместе с ложными блокировками и временем возврата. Такой набор препятствует локальной оптимизации одного показателя за счет другого.

Восстановление начинается не после завершения расследования, а при превышении impact tolerance. Банк переводит сервис в заранее определенный безопасный режим: ограничивает отдельные операции, включает резервную аутентификацию, усиливает ручную проверку, обеспечивает доступ к критической информации, уведомляет клиентов и регулятора. Решение о полном возврате должно основываться на проверке целостности данных и контролируемом возобновлении, а не только на доступности интерфейса.

Этап обучения включает анализ первопричины, экономический эффект, число затронутых клиентов, обходы контроля и «почти события». Важный показатель зрелости — не отсутствие зарегистрированных инцидентов, а полнота их выявления и скорость закрытия системной причины. На ранней стадии улучшение учета может увеличить число событий; интерпретировать это как ухудшение без контекста ошибочно.

Таблица 5 — Минимальная структура цифрового паспорта риска

Блок паспорта	Обязательное содержание	Контрольный вопрос
Услуга и владелец	Границы пути; сегменты; ответственное лицо	Кто принимает остаточный риск?
Критичность	MTPD; клиенты; деньги; данные; регуляторный эффект	Какое воздействие недопустимо?
Зависимости	Системы, модели, данные, API, поставщики, nth parties	Где единая точка отказа?
Сценарии	Business misuse, cyber, fraud, model, outage, liquidity	Как реализуется тяжелый правдоподобный сценарий?

Контроли	Превентивные, детективные, корректирующие; тесты	Работает ли контроль фактически?
KRI и лимиты	Формула, источник, владелец, зоны, эскалация	Какой сигнал остановит рост?
Восстановление	Безопасный режим, RTO/RPO, коммуникация, возврат	Как клиент завершит критическую потребность?
Доказательства	Логи, отчеты валидации, учения, RCA, решения	Можно ли воспроизвести решение?

Набор индикаторов должен быть сбалансированным. Один показатель объема или доступности создает риск искаженного поведения. Например, цель максимально повысить одобрение кредита способна ухудшить дефолтность; цель минимизировать мошенничество — увеличить ложные блокировки; цель обеспечить 99,99% uptime — скрыть частичную деградацию и незавершенные операции. Поэтому каждому индикатору ценности соответствует индикатор риска и клиентского исхода.

Абсолютные пороги не предлагаются как универсальные. Они зависят от бизнес-модели, истории потерь, критичности, объема и регуляторных требований. Банк устанавливает зеленую, янтарную и красную зоны на основе собственной базы событий, стресс-сценария и емкости капитала. Красная зона должна запускать заранее утвержденное действие: ограничение, возврат к предыдущей версии, ручную проверку, созыв кризисного комитета или уведомление.

Таблица 6 — Предлагаемый набор KRI для цифрового розничного банка

Область	Индикатор/ формула	Назначение и триггер
Мошенничество	Подтвержденный fraud loss / цифровой оборот, б.п.	Рост относительно сезонного диапазона; усиление или ограничение сценария
ATO	Подтвержденные захваты / 100 тыс. активных клиентов	Смена устройства, MFA и восстановления доступа
Антифрод	False positive и false negative; время решения	Баланс финансовой защиты и доступности средств
Кредит	Винтажный PD/NPL по версии модели и каналу	Пауза модели / challenger / изменение лимитов
Модель	PSI/CSI; падение AUC/Gini; out-of-domain share	Дрейф входов и качества; внеплановая валидация
Справедливость	Отношение одобрений и ошибок по допустимым группам	Проверка proxy-признаков и причин различия
API	Доступность; p95/p99 latency; error rate; consent failures	Деградация услуги и риск повторных операций
Устойчивость	Факт. время восстановления / impact tolerance	Превышение — кризисная эскалация и корректирующий план
Поставщики	Доля критических путей на одном провайдере	Концентрация; выход, резервирование, переносимость
Клиент	Жалобы / 10 тыс. активных; время возврата; повторные контакты	Скрытый дефект процесса или коммуникации

На первой линии бизнес-владелец отвечает за результат и риск клиентского пути; product-, IT- и security-команды обеспечивают контроль в дизайне и эксплуатации. Вторая линия задает методологию, независимо оспаривает допущения, агрегирует риск и

контролирует лимиты; функции кредитного, операционного, модельного, комплаенс- и киберриска сохраняют специализацию. Третья линия проверяет не только документированность, но и трассируемость решений, качество тестов и закрытие первопричины. Совет утверждает риск-аппетит и impact tolerance критических услуг.

Данные являются условием, а не побочным продуктом. Для каждого KRI фиксируются определение, источник, частота, владелец, качество, история изменений и правила пересчета. Событие связывается с клиентским путем, каналом, моделью, версией приложения, поставщиком и финансовым результатом. Принципы BCBS 239 требуют точности, полноты, своевременности и адаптивности агрегации [20]. Без устойчивого словаря индикаторы разных подразделений создают иллюзию контроля.

Правление получает компактную панель: уровень сервиса, остаточный риск, нарушения лимитов, тяжелые сценарии, фактические потери, клиентский вред, статус корректирующих действий. Подробная телеметрия остается у владельцев. Красный индикатор не должен «усредняться» зелеными: превышение допустимого воздействия по критической услуге требует отдельного решения и фиксации принятия риска уполномоченным органом.

Внедрение целесообразно вести по принципу минимально жизнеспособного контура, начиная с двух-трех наиболее критичных путей: мобильный вход и перевод; дистанционный потребительский кредит; открытый API-доступ к счету. Попытка одновременно описать все продукты превращает проект в инвентаризацию без управленческого эффекта. Первые результаты должны проявиться в единых идентификаторах событий, утвержденной толерантности, работающем KRI и проведенном сквозном учении.

В течение первых 90 дней банк определяет владельцев, границы критических услуг, клиентские сегменты и карту зависимостей. Сводятся источники событий и потерь, выявляются несопоставимые определения. Совет утверждает принцип принятия остаточного цифрового риска; комитет по новым продуктам получает обязательный раздел по безопасности клиента, модели, поставщику и восстановлению. Параллельно оценивается соответствие требованиям по операционному риску, открытым API и дистанционному кредиту.

На горизонте трех–шести месяцев создается цифровой паспорт пилотных путей и интегрированная витрина данных. Антифрод, SOC, AML, кредитные и клиентские события связываются на уровне сценария при соблюдении минимизации данных и разграничения доступа. Устанавливаются зоны KRI, а также процедура исключения: кто, на какой срок и с каким компенсирующим контролем может разрешить превышение. Проводится table-top exercise с участием правления и фронт-линии.

На горизонте шести–двенадцати месяцев банк автоматизирует превентивные и детективные решения, внедряет независимую валидацию моделей, граф получателей, управление согласием и контроль API. Тестируется резервный клиентский путь, а не только восстановление инфраструктуры. Договоры с критическими поставщиками дополняются правами аудита, уведомлением об инциденте, картой субподрядчиков, требованиями переносимости и проверяемым exit plan.

На горизонте двенадцати–восемнадцати месяцев проводится комбинированный стресс-тест: киберкомпрометация одновременно вызывает ошибочные платежи, недоступность мобильного канала, всплеск обращений и ускоренный отток средств. Оцениваются операционные потери, внутридневная ликвидность, репутационный эффект, нагрузка на персонал, время восстановления и последствия для достаточности капитала. Результат включается в ICAAP/ILAAP и план развития продукта.

Таблица 7 — Поэтапная дорожная карта

Срок	Ключевые действия	Проверямый результат
0–90 дней	Критические пути; владельцы; зависимости; gap-анализ; риск-аппетит	Утверждены границы, impact tolerance и ответственные лица

3–6 месяцев	Паспорта; единая таксономия; KRI; витрина событий; table-top	Сквозная панель и протокол первого учения
6–12 месяцев	Автоконтроли; model validation; API/security; vendor exit; recovery test	Подтвержденная эффективность и безопасный резервный путь
12–18 месяцев	Комбинированный стресс; капитал/ликвидность; корректировка стратегии	Решения совета, финансирование разрывов, ICAAP/ILAAP-интеграция

Экономическая оценка проекта должна включать не только предотвращенный ожидаемый убыток. Полезный эффект складывается из снижения fraud loss, времени простоя, ручных операций и резервов; сокращения времени восстановления; предотвращения клиентского оттока; повышения качества решений и уменьшения регуляторного риска. Затраты включают платформу данных, специалистов, резервирование, тестирование, внешнюю валидацию и клиентские компенсации. Хвостовой эффект лучше отражать сценарным диапазоном, а не одним ROI.

Приоритизация выполняется по отношению «снижение остаточного риска / стоимость контроля», но только после выполнения обязательных нормативных требований и базовой защиты. Дешевый контроль с малым эффектом не должен вытеснять дорогой, если последний устраняет единую точку катастрофического отказа. Решение документируется с допущениями, диапазоном неопределенности и владельцем принятого остаточного риска.

Результаты подтверждают, что Азербайджан сформировал значительный цифровой масштаб и быстро развивает институциональный контур. Рост безналичного оборота, IPS, POS и открытых API — проверяемые факты [1; 2]. Однако из них не следует автоматическое снижение издержек конкретного банка, рост финансовой включенности каждого сегмента или улучшение качества кредита. Для таких выводов нужны данные на уровне уникального клиента, активности, дохода, канала выдачи, модели и последующего результата.

Сильные агрегированные показатели капитала и ликвидности создают буфер для трансформации, но не отменяют распределительный и операционный аспекты [2; 3]. FSAP МВФ обращает внимание на неоднородность банков, концентрацию, долларизацию и волатильные источники фондирования [15]. Поэтому цифровой стресс должен проверяться вместе с макро- и ликвидным, а не в отдельном сценарии информационной безопасности.

Регуляторная последовательность — операционный риск в 2025 г., риск-ориентированный надзор и стресс-тестирование в 2026 г., новые меры дистанционного кредитования и рыночного поведения — создает благоприятное окно для перехода от соответствия к управлению [7; 10–13]. Слабое место — ограниченная публичная детализация цифровых потерь и клиентских исходов. Раскрытие агрегированных отраслевых данных по fraud loss, ATO, времени восстановления, API-инцидентам и активным цифровым пользователям повысило бы сопоставимость без раскрытия банковской тайны.

Предложенный DRP-индекс не следует использовать для ранжирования банков до калибровки. Его научная функция — показать мультипликативность масштаба, скорости, связанности и контроля. Проверка требует панельных данных банков и продуктов, единой таксономии событий и наблюдения минимум за несколькими стрессовыми и нормальными периодами. Коэффициенты должны оцениваться эмпирически; равный вес компонентов является лишь стартовой гипотезой.

Практический вклад цифрового паспорта — перенос фокуса с перечня систем на клиентскую услугу. Он особенно значим для открытого банкинга, где технологический и юридический периметр банка расходятся. Даже если ошибка возникла у стороннего поставщика, клиент обращается к узнаваемому банку и оценивает весь путь. Следовательно, договорное переложение ответственности не устраняет репутационный и ликвидный эффект.

Модель также задает ограничение для «бесшовности». Полное устранение трения не всегда оптимально: при необычном дистанционном кредите или новом получателе небольшая задержка может иметь положительную ожидаемую ценность. Научно и управленчески корректно сравнивать стоимость задержки для добросовестного клиента с предотвращаемым убытком и тяжестью необратимого события. Нормативный период охлаждения [12] институционализирует именно такой компромисс.

Социальный аспект состоит в том, что цифровой канал может одновременно расширять и сужать доступ. Он помогает клиенту вне филиальной сети, но сложная аутентификация, несовместимое устройство или непрозрачная блокировка исключают уязвимые группы. Показатели доступности должны включать успешное завершение сценария по сегментам, использование альтернативного канала и возможность получить человеческую помощь. Это предотвращает подмену финансовой доступности количеством выпущенных карт.

Главное ограничение исследования — отсутствие микроэкономической идентификации эффекта. Документальный и описательный дизайн не способен отделить влияние цифровизации от макроэкономики, регулирования и состава клиентов. Второе ограничение — разная отчетная дата показателей, включая NPL за первое полугодие и банковские итоги за год. Третье — риск неполной регистрации инцидентов. Будущая работа должна использовать обезличенную банковскую панель, квазиэксперимент внедрения и анализ выживания по винтажам.

Цифровизация обслуживания физических лиц в Азербайджане перешла от расширения отдельных каналов к формированию платформенной экосистемы. К концу 2025 г. цифровой банкинг доминировал в количестве переводов с текущих счетов, безналичный карточный оборот продолжал расти, а IPS и открытые API быстро расширялись. Одновременно регулятор усиливал правила операционного риска, стресс-тестирования, дистанционного кредита и поведения на рынке.

Авторская позиция состоит в том, что цифровая зрелость не может измеряться числом карт, операций или функций приложения. Эти показатели характеризуют масштаб. Зрелость проявляется в способности банка видеть сквозной сценарий, удерживать воздействие на критическую услугу в пределах толерантности, объяснять решение, защищать клиента и безопасно восстанавливаться. Финансовый риск при этом возникает на стыке кредита, технологии, данных, поведения и доверия.

Разработанный цифровой паспорт риска связывает продуктовую ответственность, карту зависимостей, тяжелые сценарии, KRI, модельные и антифрод-контроли, внешних поставщиков, клиентские исходы и план восстановления. Его применение позволяет встроить цифровой риск в три линии защиты, риск-аппетит, стресс-тестирование и решения совета, не растворяя ответственность между подразделениями.

Для коммерческого банка Азербайджана первоочередными задачами являются единая таксономия событий, учет потерь и near miss, винтажный анализ дистанционных кредитов, круглосуточный антифрод для мгновенных платежей, контроль согласия и API, карта сторонней концентрации, а также сквозные учения по восстановлению. Масштабирование цифрового продукта должно зависеть от подтвержденной эффективности этих контролей.

Для регулятора и отрасли перспективно агрегированное раскрытие активных цифровых пользователей, мошеннических потерь, времени восстановления, числа критических API-сбоев и клиентских исходов. Такие данные позволят перейти от описания распространения технологий к проверке их качества и устойчивости. До появления микроданных причинные выводы следует формулировать осторожно: одновременный рост цифровизации и устойчивости не доказывает, что первое вызвало второе.

Дальнейшее исследование может эмпирически калибровать DRP-индекс на банковской панели, проверить связь скорости выдачи с дефолтом и мошенничеством, оценить эффективность периода охлаждения после его вступления в силу и сравнить банки по времени безопасного восстановления. Такой дизайн превратит предложенную концепцию из

нормативно-аналитической модели в проверяемый инструмент управления капиталом, ликвидностью и клиентским риском.

ЛИТЕРАТУРА

1. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Digital Payments Review 2025. Baku, 2026. 16 p.
2. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Report on accomplishment of main goals and functions in 2025. Baku, 2026. 25 p. URL: https://uploads.cbar.az/assets/Annual%20report_2025.pdf.
3. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Financial Stability Report. First Half of 2025. Baku, 2025. URL: https://www.cbar.az/page-41/financial-stability-report
4. Ödəniş xidmətləri və ödəniş sistemləri haqqında Azərbaycan Respublikasının Qanunu: 14.07.2023, № 987-VIQ. URL: https://president.az/az/articles/view/60819
5. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Financial Sector Development Strategy 2024–2026. Baku, 2024. URL: https://www.cbar.az/pages/strategy
6. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Statement on Approved Requirements for Open Banking. 10.12.2024. URL: https://www.cbar.az/press-release-4941/statement-on-approved-requirements-for-open-banking?language=en (дата обращения: 06.09.2026).
7. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Regulation on Operational Risk Management in Banks:Resolution № 04/1 of 28.01.2025. URL:https://uploads.cbar.az/assets/Regulation%20on%20operational%20risk%20management%20in%20banks_Feb_2025.pdf
8. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Regulations on Risk Management in Banks: Resolution № 1951100003 of 30.01.2019. URL: https://www.cbar.az/law-27/regulations-on-risk-management-in-banks
9. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Cybersecurity Strategy in Financial Markets for 2023–2026. Baku, 2023. 44 p. URL: https://uploads.cbar.az/assets/9018b71b0859bc7a490ea0f22.pdf
10. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Banking Supervision Strategy for 2026–2027. 11.03.2026. URL: https://cbar.az/press-release-5437/central-bank-approves-banking-supervision-strategy-for-2026-2027-as-part-of-its-risk-based-supervision-processes?language=en
11. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Unified Regulatory Framework for Bank Stress Testing Adopted. 13.05.2026. URL: https://www.cbar.az/press-release-5483/unified-regulatory-framework-for-bank-stress-testing-adopted?language=en
12. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Amendments to Credit Risk Management Regulations Approved. 25.06.2026. URL: https://www.cbar.az/press-release-5514/amendments-to-credit-risk-management-regulations-approved?language=en
13. Central Bank of the Republic of Azerbaijan. Methodological Guideline on MarketConduct of Financial Institutions. 05.08.2026. URL: https://www.cbar.az/press-release-5535/central-bank-approves-methodological-guideline-on-market-conduct-of-financial-institutions?language=en
14. International Monetary Fund. IMF Executive Board Concludes 2026 Article IV Consultation with the Republic of Azerbaijan. Press Release No. 26/131. 30.04.2026. URL: https://www.imf.org/en/news/articles/2026/04/29/pr-26131-azerbaijian-imf-executive-board-concludes-2026-article-iv-consult (дата обращения: 06.09.2026).
15. International Monetary Fund. Republic of Azerbaijan: Financial System Stability Assessment. IMF Country Report No. 25/99. Washington, DC, 2025. 73 p. URL:https://www.imf.org/-/media/files/publications/cr/2025/english/1azeea2025002-print-pdf.
16. World Bank. Global Findex Database 2025: Account Ownership at a Financial Institution or with a Mobile-Money-Service Provider, Azerbaijan, 2024. URL: https://genderdata.worldbank.org/en/indicator/fx-own-totl-zs

17. Basel Committee on Banking Supervision. Digitalisation of Finance. Basel: Bank for International Settlements, 2024. 46 p. URL: https://www.bis.org/publications/digitalisation-finance
18. Basel Committee on Banking Supervision. Principles for Operational Resilience. Basel: Bank for International Settlements, 2021. URL: https://www.bis.org/publications/202103-guidelines-principles-operational-resilience 19. Basel Committee on Banking Supervision. Principles for the Sound Management of Third-Party Risk. Basel: Bank for International Settlements, 2025. URL: https://www.bis.org/publications/202512-guidelines-principles-sound-management-third-party-risk
19. Basel Committee on Banking Supervision. Principles for Effective Risk Data Aggregation and Risk Reporting. Basel: Bank for International Settlements, 2013. URL:https://www.bis.org/publ/bcbs239.htm
20. Pascoe C., Quinn S., Scarfone K. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0. NIST CSWP 29. Gaithersburg, MD: NIST, 2024. DOI: 10.6028/NIST.CSWP.29.
21. Financial Action Task Force. Guidance on Digital Identity. Paris: FATF, 2020.
22. Bouveret A. Cyber Risk for the Financial Sector: A Framework for Quantitative Assessment. IMF Working Paper. 2018. № 18/143. DOI: 10.5089/9781484360750.001.
23. Aldasoro I., Gambacorta L., Giudici P., Leach T. Operational and Cyber Risks in the Financial Sector. BIS Working Papers. 2020. № 840. URL: https://www.bis.org/publ/work840.htm
24. Kopp E., Kaffenberger L., Wilson C. Cyber Risk, Market Failures, and Financial Stability. IMF Working Paper. 2017. № 17/185. DOI: 10.5089/9781484313787.001.
25. Vives X. Digital Disruption in Banking // Annual Review of Financial Economics. 2019. Vol. 11. P. 243–272. DOI: 10.1146/annurev-financial-100719-120854.
26. Boot A., Hoffmann P., Laeven L., Ratnovski L. Fintech: What's Old, What's New? // Journal of Financial Stability. 2021. Vol. 53. Art. 100836. DOI: 10.1016/j.jfs.2020.100836.
27. Thakor A. V. Fintech and Banking: What Do We Know? // Journal of Financial Intermediation. 2020. Vol. 41. Art. 100833. DOI: 10.1016/j.jfi.2019.100833.
28. Berg T., Burg V., Gombović A., Puri M. On the Rise of FinTechs: Credit Scoring Using Digital Footprints // Review of Financial Studies. 2020. Vol. 33, no. 7. P. 2845–2897. DOI: 10.1093/rfs/hhz099.
29. Fuster A., Plosser M., Schnabl P., Vickery J. The Role of Technology in Mortgage Lending // Review of Financial Studies. 2019. Vol. 32, no. 5. P. 1854–1899. DOI: 10.1093/rfs/hhz018.
30. Ozili P. K. Impact of Digital Finance on Financial Inclusion and Stability // Borsa Istanbul Review. 2018. Vol. 18, no. 4. P. 329–340. DOI: 10.1016/j.bir.2017.12.003.
31. Bartlett R., Morse A., Stanton R., Wallace N. Consumer-Lending Discrimination in the FinTech Era // Journal of Financial Economics. 2022. Vol. 143, no. 1. P. 30–56. DOI: 10.1016/j.jfineco.2021.05.047.
32. Fuster A., Goldsmith-Pinkham P., Ramadorai T., Walther A. Predictably Unequal? The Effects of Machine Learning on Credit Markets // Journal of Finance. 2022. Vol. 77, no. 1. P. 5–47. DOI: 10.1111/jofi.13090.
33. Huseynova A., Balajayeva N. Digital Banking Regulation in Azerbaijan: Empirical Insights into User Trust, Risk Management, and Data Protection // Journal of Eastern European and Central Asian Research. 2025. Vol. 12, no. 2. P. 80–97. DOI: 10.15549/jeecar.v12i2.2153.
34. Abbasov A. An Analysis of the Impact of Digital Banking on the Future Use of Open Banking: A Toda–Yamamoto Causality Analysis in the Context of Azerbaijan // Journal of Baku Engineering University. 2024. Vol. 8, no. 2. P. 167–189. DOI: 10.30546/2521-6341.2024.02.017.

UDC 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089488

SOCIO-ECONOMIC CONSEQUENCES OF RIBA AND ALTERNATIVE MODELS OF INTEREST-FREE FINANCING: AN INSTITUTIONAL APPROACH

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA
Professor, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Master's degree, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

SHIRZAD KHALID
Master's student, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

Abstract. *This article examines the socioeconomic consequences of riba and the potential for its replacement with partnership and trade-finance instruments. A unique model of institutional sustainability is proposed, linking contractual design with risk sharing, real sector financing, and social impact. The paper's novelty lies in translating the normative discussion into a system of measurable channels: debt sustainability, investment activity, employment, risk sharing, and financial inclusion. The practical significance lies in the application of the model to the design of Islamic financial products in Afghanistan.*

Keywords: *riba, Islamic economics, Islamic finance, interest rate, mudarabah, musharaka, qarz hasan, istisna, risk sharing, Afghanistan.*

Introduction.

The interest system occupies a central place in Islamic economic discussion. Riba is defined as a predetermined increase to the original loan amount, linked to time and not contingent on the lender's participation in the economic outcome [1]. The author examines the issue as religious, normative, economic, and social, allowing for an analysis not only of the formal prohibition but also of the distribution of risk, wealth, and responsibility between the parties to the transaction.

The relevance of this topic is reinforced by the development of the modern Islamic finance industry. AAOIFI formulates international Sharia standards for financial contracts, and the IFSB defines prudential principles and indicators for the sustainability of the Islamic financial sector [14–16]. Therefore, it is appropriate to conduct a modern analysis of riba through the categories of risk sharing, quality of intermediation, the relationship of finance with the real sector, and consumer protection.

1. Theoretical foundations and design of the study

H. Shirzad's monograph examines riba as a historically stable institution and identifies usury during the jahiliyyah period, additional increases in the exchange of similar goods, commercial interest, and bank interest [1; 7]. A common feature is a predetermined increase in the obligation, independent of the actual outcome of the use of borrowed capital. A crucial distinction is made between trading profit and interest income: trade presupposes exchange, risk, and outcome, whereas a debt claim fixes the borrower's obligation regardless of the outcome of the project [1; 10].

Table 1 – Interest and partnership financing

Criterion	Interest-bearing loan	Affiliate model
Income	Pre-installed	Share of actual profit
Risk	Primarily a borrower	Distributed
Real asset	The connection may be weak	Expressed connection

Project loss	The payment is saved	The result is taken into account
Monitoring	Collateral/creditworthiness	Project quality
Social effect	Risk of debt overload	Joint participation

The Islamic model does not exclude return on capital; it links it to a trade transaction, asset, service, or participation in a business outcome. Therefore, it is more scientifically correct to contrast not profit and lack of profit, but a fixed debt claim and income determined by economic performance.

The aim of the study is to develop an institutional model for assessing the socioeconomic impact of riba and identify functional alternatives to interest-based financing. Objectives: systematize the channels of influence; compare them with Islamic instruments; develop indicators; propose an integrated indicator; and identify areas of practical application for Afghanistan.

2. Materials and methods

The paper utilizes a content analysis of H. Shirzad's monograph, comparative institutional analysis, causal modeling, and standardization of indicators. The original work contains three sections: general provisions on riba; economic and social consequences; and alternatives. In the conclusion, the consequences are summarized in terms of poverty, reduced productivity, capital freezing, and unemployment [1].

For replicability, the theses are converted into observable channels: D – debt sustainability; I – investment activity; E – employment; R – risk sharing quality; S – social inclusion. The study's hypothesis is that, all else being equal, increasing the fixed debt burden increases the borrower's vulnerability to negative cash flow, while profit and loss sharing redistributes part of the project risk.

$$IISF = 0.20\,D + 0.25\,I + 0.20\,E + 0.20\,R + 0.15\,S$$

Each component is normalized between 0 and 1; the inverse normalization is used for disincentives. The investment activity weight of 0.25 reflects the central role of the transformation of savings into productive capital. The proposed weights are the author's hypothesis and should be calibrated against empirical data.

Table 2 – IISF Model Indicators

Block	Indicator	Direction
D	Debt/income; overdue	Lower is better
I	Financing the real sector	Higher is better
E	Jobs per unit of funding	Higher is better
R	Share of PLS instruments	Higher is better
S	Coverage of SMEs and vulnerable groups	Higher is better

The scientific novelty of the methodology lies in the translation of the monograph's social and normative provisions into the format of measurable indicators suitable for subsequent econometric verification.

3. Economic channels of riba influence.

The original monograph attributes economic damage to a decline in production and the "freezing" of assets. The argument is that guaranteed income from financial claims can compete with entrepreneurial profitability and reduce the incentive to take production risks [1; 5]. This thesis should not be considered universally proven without data, but it does highlight a testable channel for investment crowding out.



Figure 1 – Logic of the transmission of interest financing

The second channel is debt rigidity. If the payment is fixed, a negative revenue variance does not automatically reduce the liability. For a household, this represents a risk of reduced consumption, while for a business, it represents a liquidity shortage. In a partnership agreement, a portion of the proceeds is distributed according to the participation rules, which can mitigate the burden but increases the requirements for accounting transparency and monitoring.

Table 3 – Channels of socio-economic impact

Channel	Mechanism	Result
Debt	Fixed payment	Financial vulnerability
Investment	Comparison of guaranteed and projected returns	Reducing risky investments
Distribution	Income of the claimant	Income concentration
Labor	Decrease in project activity	Unemployment
Social	Debt conflicts	Declining trust
Systemic	Synchronous debt load	Procyclicality

The author's conclusion: it is not only the nominal interest rate that is significant, but also the combination of the fixed nature of the obligation, the ability to generate cash flow, and the distribution of risk between the parties.

4. Social consequences and justice.

The monograph links the spread of riba to poverty, unemployment, social tension, and a decline in mutual aid. According to the author, the problem is exacerbated when the lender receives a guaranteed return, while the borrower accepts uncertainty about the economic outcome [1; 5]. With consumer loans, the vulnerability is higher, since borrowed funds may not generate future cash flow.

Social justice in Islamic finance goes beyond the prohibition of riba. It includes zakat, charity, and qarz-hasan. The original monograph emphasizes that a "good loan" is repaid without interest and strengthens mutual assistance [1]. Modern oversight also links sharia governance to financial stability and consumer protection [15; 16].

Table 4 – Social function of Islamic instruments

Tool	Economic function	Social effect
Mudaraba	Capital + labor	Access to capital
Musharaka	Joint capital	Splitting the result
Karz-Hasan	Interest-free assistance	Support for the vulnerable
Istisna	Financing of production	Connection with production
Deferred sale	Commodity financing	Predictability of payments
Zakat	Redistribution	Reducing exclusion

The author's conclusion: social efficiency depends on the balance of commercial and non-commercial institutions. Formally renaming a product without changing the risk distribution, asset connection, and social function does not create a full institutional effect.

5. Alternatives to interest-based financing

Mudaraba is a contract in which one party provides capital, and the other provides labor and entrepreneurial expertise; profits are shared in an agreed-upon proportion rather than a fixed amount [1; 4]. The economic rationale lies in connecting the owner of a resource with an entrepreneur possessing knowledge but insufficient capital. Musharakah entails joint participation by both parties in both capital and the outcome. This structure strengthens the financial intermediary's connection to the project's quality but requires sophisticated accounting, monitoring, and corporate governance.



Figure 2 – Partnership model of Islamic finance

Istisna'a focuses on the production of a specific object with predetermined characteristics and is applicable in construction, industry, and infrastructure. Deferred sale binds the obligation to a physical product and a predetermined price. Karz-hasan fulfills a social, rather than commercial, function [1].

AAOIFI views Sharia standards as an international benchmark for a wide range of Islamic contracts. In 2026, the organization announced the release of an official Russian-language version of standards 1–61 for the Eurasian region [14]. Consequently, a modern alternative to interest-based financing is a portfolio of instruments selected based on the purpose of the transaction, rather than a single, universal contract.

6. The author's model of institutional sustainability

A five-pronged model is proposed: Sharia principle → contract → risk sharing → real sector → socio-economic outcome. It allows for a product to be assessed not by its name, but by its economic content.



Figure 3 – The author's model of institutional sustainability

The first level excludes riba and unacceptable activities. The second determines the contractual form. The third determines the distribution of commercial, credit, and operational risks. The fourth verifies the creation of a product, service, asset, or jobs. The fifth assesses the availability of financing, the sustainability of the participant, and the social impact.

Table 5 – Financial Product Evaluation Matrix

Criterion	Weight	Scale	Content
Connection with the real sector	0.25	0–1	Asset/project
Risk sharing	0.25	0–1	Risk sharing
Transparency	0.20	0–1	Price, risk, obligations
Inclusiveness	0.15	0–1	SME access
Social effect	0.15	0–1	Employment and sustainability

The integrated assessment of IP = Σ ($w_i \times x_i$). Suggested levels: IP $\geq$ 0.80 – high institutional sustainability; 0.60–0.79 – sufficient; 0.40–0.59 – moderate; below 0.40 – low. This is the author's research scale, not an AAOIFI or IFSB standard.

7. Discussion of results

The results confirm the logic of the original monograph: the criticism of riba stems from the separation of the guaranteed income of the capital owner from the borrower's performance. However, modern analysis requires clarification: a partnership contract alone does not guarantee efficiency. The monograph explicitly notes the potential increase in information costs and the reduction in capital mobility with long-term bank participation [1]. This important point precludes a one-sided conclusion about the absolute superiority of any interest-free structure.

In the partnership model, the financial institution analyzes the project in greater depth, as revenue depends on the outcome. This increases monitoring costs and reporting requirements. Therefore, institutional maturity is essential. AAOIFI accounting, governance, and Shariah supervision standards, as well as the IFSB prudential approaches, are significant here [14–16]. The IFSB 2025 Report emphasizes the need to address the structural vulnerabilities of the Islamic finance industry and strengthen resilience to shocks [15].

For empirical testing, a panel model is proposed:

$Y_i = \alpha + \beta_1 PLS_i + \beta_2 CAP_i + \beta_3 LIQ_i + \beta_4 SIZE_i + \mu_i + \tau + \varepsilon_i$

Y is the indicator of sustainability or social performance; PLS is the share of profit - and - loss instruments sharing; CAP — capitalization; LIQ — liquidity; SIZE — institution size; μ and τ — individual and time effects. This specification translates the normative hypothesis into a testable econometric construct.

A significant limitation of the study is the absence in the original monograph of a unified statistical framework that would allow for a quantitative assessment of the causal effect of interest rates. Therefore, the proposed indices and model should be viewed as a methodological basis for future testing, rather than as a confirmed causal assessment.

8. Practical significance for Afghanistan

For Afghanistan, the problem is twofold: public demand for products compliant with Islamic principles is coupled with the need to create infrastructure—legislation, Shariah governance, banking supervision, professional staff, transparent accounting, and financial literacy. The monograph cites a lack of experience and knowledge, institutional limitations, and poor customer awareness as obstacles [1].

The proposed roadmap includes: contract standardization; specialist training; pilot products for SMEs; digital monitoring; and regular assessment of financial and social performance. For entrepreneurs with competencies but a lack of capital, mudarabah is applicable; for joint investments, musharaka; for production orders, istisna; and for socially vulnerable groups, qarz hasan.

Table 6 – Roadmap for the development of interest-free financing

Stage	Action	Indicator
Normative	Standardization of contracts	Share of standardized products
Personnel	Training of specialists	Number of trained personnel
Pilot	SME Financing	Portfolio and projects
Digital	Accounting and monitoring	Operating expenses
Evaluative	IISF and social KPIs	Index dynamics

Digitalization is especially important for partnership contracts, as they require detailed information on project cash flows. Electronic sales accounting, invoicing, and inventory monitoring can reduce information costs, which the original monograph identifies as a potential limitation of the interest-free economy [1].

It is advisable to evaluate pilot products using a dual KPI system: financial – return on capital, portfolio quality, liquidity; and socio-economic – share of the real sector, jobs, SME coverage, access to vulnerable groups, and customer satisfaction.

Conclusion

1. Riba in the original monograph is disclosed as a pre-determined increase in debt, which differs from trading profit in the nature of income generation and risk distribution [1].

2. The main channels of influence are debt rigidity, investment crowding out, income distribution, employment and social vulnerability; their strength should be tested empirically.

3. Mudarabah and musharakah link the income of the capital provider to the outcome of the project; qarz-hasan performs a social function, and istisna and deferred sale link financing to real goods and production [1].

4. The author's IISF and product matrix translate the provisions of Islamic economics into a measurable system of indicators: debt sustainability, investment, employment, risk sharing and inclusion.

5. Interest-free nature alone does not guarantee effectiveness: partnership financing requires accounting, monitoring, Shariah governance and supervision [14–16].

6. For Afghanistan, the recommended sequence is: regulatory framework → personnel → pilot products → digital monitoring → assessment of financial and social KPIs.

LITERATURE

1. Shirzad H. The influence of interest on society: monograph. Sheikh Zayed University, 1400 AH.
2. Al-Khatib M.; lane Rakhmani M. Sh. Fundamentals of Islamic Economics. 7th ed. Nangarhar, 2013.
3. Al-Banna H., Sayyid Abul-Ali; lane Safi H. Islamic Economics. Kabul: Islah Afkar, 1391 AH.
4. Dai A. Z.; Khoshki S. Islamic Economic System. Kabul: New Future, 2017.
5. Rakhmani M. Sh. Economic system of Islam. Kabul: Salam, 2017.
6. Rahimzai H. Islamic Civilization. 3rd ed. Host: Rahimi, 2018.
7. Sabir A. V. International economic systems. Kabul, 2007.
8. Adel A., Varin A. Economic terms. 2nd ed. Nangarhar, 2016.
9. The Holy Quran. Surahs Al-Baqarah, Al-Imran, An-Nisa.
10. Madudi S. A. A. Islamic economics. 2nd ed. Paimagh Publishing Society, 2000.
11. Mangal M. Lecture Notes on Islamic Economics. Sheikh Zayed University, 1400 AH.
12. Najimi B. Introduction to Modern Islamic Economics. Peshawar: Al-Qalam, 2009.
13. Nizami H. History of economic ideas. Nangarhar: Mohmand, 2018.
14. AAOIFI. Shari'ah Standards; Russian-language edition announcement. Manama, 2026.
15. IFSB. Islamic Financial Services Industry Stability Report 2025. Kuala Lumpur, 2025.
16. IFSB. IFSB-31: Guiding Principles for Effective Supervision of Sharīʿah Governance. Kuala Lumpur, 2025.
17. International Monetary Fund. The Core Principles for Islamic Finance Regulations and Assessment Methodology. Washington, DC, 2018.
18. World Bank; Islamic Development Bank Group. Islamic Finance: A Catalyst for Shared Prosperity? Washington, DC, 2017.

UDC 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089490

ISLAMIC BANKING AS A TOOL FOR FINANCIAL INCLUSION AND RESTORATION OF THE REAL SECTOR IN AFGHANISTAN: AN INSTITUTIONAL MODEL OF DEVELOPMENT

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA
Professor, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Master's degree, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

SHIRZAD KHALID
Master's student, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

Abstract. *This article explores Islamic banking not only as an alternative to interest-based financing, but primarily as a potential tool for expanding financial inclusion, mobilizing savings, and rebuilding the real sector in Afghanistan. The initial conceptual framework is based on the monograph "The Impact of Interest on Society," which reveals the consequences of riba and examines mudarabah, partnership, interest-free loans, deferred sales, and istisna as alternative mechanisms. The article focuses on the institutional conditions for the practical development of Islamic banking. Relevant materials from Da Afghanistan Bank and the World Bank. A proprietary model, "Islamic banking—real sector—financial inclusion—employment," was proposed, along with a KPI system and a step-by-step roadmap.*

Key words: *Islamic banking, Afghanistan, financial inclusion, real sector, mudaraba, musharaka, istisna, qarz hasan, SMEs, financial stability.*

Introduction

Developing financial intermediation is a key condition for the recovery of Afghanistan's private sector. However, the country's current banking system operates under conditions of limited credit activity, liquidity problems, weak international connectivity, and an ongoing transition to Islamic finance [14–16]. In this situation, Islamic banking should be viewed not only as a legally acceptable replacement for interest-based transactions but also as a potential institutional platform for the return of monetary resources to the formal financial system.

Shirzad's monograph provides the theoretical basis for this approach. It links Islamic banking to the principle of profit and loss sharing, partnership, mudarabah, trade and production contracts, and social instruments, including "good credit" and zakat [1]. The author also notes that an interest-free economy should stimulate a transition from passive capital accumulation to its investment in trade, industry, and employment [1; 2].

The aim of this article is to develop an institutional model for the development of Islamic banking in Afghanistan as a tool for financial inclusion and the restoration of the real sector. The scientific novelty lies in linking the contractual architecture of Islamic finance with measurable outcomes: deposit mobilization, SME financing, investment, employment, and the reduction of financial exclusion.

1. Theoretical basis of Islamic financial intermediation

In the Islamic financial model, capital is not excluded from the income-generating process, but the method of income generation is limited by Shariah requirements. In H. Shirzad's monograph, the fundamental shift is from fixed income on debt to participation in the actual results of economic activity [1]. Partnership and mudarabah are considered basic forms that allow for the combination of capital and entrepreneurial ability.

Mudaraba involves the provision of capital by one party and labor or entrepreneurial expertise by the other. Profits are shared in an agreed-upon proportion. Partnership is based on joint participation in capital and results. Istisna' allows for the financing of the production of a specific product or object, and an interest-free loan fulfills a social function [1; 3–6].

Table 1 – Functional role of Islamic financial instruments

Tool	Main function	Potential use in Afghanistan
Mudaraba	Capital + entrepreneurship	Micro and small business
Musharaka	Joint investment	SMEs, cooperatives, projects
Istisna	Made to order production	Construction, crafts, industry
Salam	Prepayment for future delivery	Agriculture
Karz-Hasan	Interest-free repayment assistance	Vulnerable households, start-ups
Trade finance	Financing of real goods	Working capital

The author's conclusion: The most promising approach for Afghanistan is not a single-product approach, but a portfolio approach, in which the financial instrument is selected in accordance with the economic nature of the transaction.

2. The current state of banking intermediation

According to the World Bank, at the end of 2024, gross bank loans in Afghanistan decreased by 13.6% year-on-year, the number of borrowers decreased by 38% to 16,642, and the ratio of advances to deposits was around 10% [15]. These figures indicate an extremely weak transformation of deposit resources into financing the economy.

At the same time, the transition to the Islamic financial system continues. Afghanistan The Bank has established a separate Islamic banking and financial services department, national Shariah supervision and a set of regulations covering licensing, liquidity, capital adequacy, profit distribution, Shariah governance, musharakah, salam and istisna [14].

Table 2 – Key issues and institutional responses

Problem	Economic manifestation	Suggested answer
Low credit activity	Weak business financing	Activation of asset - backed and PLS products
Distrust of formalities finances	Funds outside banks	Sharia transparency and information
Limited access for SMEs	Working capital deficit	Mudarabah, Musharaka, Guarantees
Information asymmetry	High cost of monitoring	Digital accounting and scoring
Lack of personnel	Operational and Shariah risk	Certification and training
Liquidity problems	Limitation of intermediation	Islamic liquidity instruments

3. Research methodology

The study is based on a comparative institutional analysis, content analysis of the monograph by H. Shirzad and current regulatory materials Da Afghanistan Bank, as well as statistical and analytical materials from the World Bank. It is proposed to evaluate the development of Islamic banking through four interrelated blocks: financial intermediation (F), financial inclusion (I), connection with the real sector (R), and socio-economic impact (S).

The author proposes to calculate the integral index of Islamic banking development using the formula:

$$IBDI = 0.30\ F + 0.25\ I + 0.25\ R + 0.20\ S$$

Component F reflects the transformation of deposits into financing; I is the population and SME coverage; R is the share of transactions directly related to real assets and projects; S is employment, entrepreneurship support, and social accessibility. All indicators are normalized between 0 and 1. The weights are the author's hypothesis and require further expert and econometric verification.

KPI system for assessing Islamic banking

Block	**KPI**	**Expected direction**
F	Financing/Deposits	Height
F	Share of working assets	Height
I	Number of SME clients	Height
I	Share of previously non-bank clients	Height
R	The share of financing for production and trade	Height
R	Share of PLS and asset - backed contracts	Height
S	Jobs created per 1 million AFN of funding	Height
S	Share of social financing	Height

4. Islamic banking and financial inclusion

Financial inclusion in the Afghan context is determined by more than just the physical availability of a bank branch. Religious acceptability of the financial product, trust, price transparency, contract simplicity, and the product's ability to accommodate the income volatility of households and small businesses can be equally significant. Therefore, the transition to Islamic banking has the potential to attract a segment of the population that consciously avoids interest-bearing products.

However, the transition itself does not automatically guarantee increased inclusion. If an Islamic product remains complex, expensive, or inaccessible to small borrowers, religious acceptability will not remove the economic barrier. Therefore, a combination of Sharia compliance with digital channels, financial literacy, simple standard contracts, and risk-sharing mechanisms is necessary.

Financing for women and microenterprises occupies a special place. World Bank data indicate a significant unmet need for financing among women entrepreneurs [17]. In this area, Islamic products can be combined with portfolio guarantees, digital payments, and training programs.

5. The author's model "Islamic bank - real sector - inclusion - employment"

The proposed model is based on four sequential transformations. The first is the mobilization of household savings into the formal financial system through trust and Shariah acceptability. The second is the transformation of these funds into financing real assets and entrepreneurial projects. The third is the expansion of the circle of financing recipients by including SMEs, farmers, artisans, and previously financially excluded households. The fourth is the transformation of financial resources into production, income, and employment.

Savings → Islamic financial institution → contract → real asset/project → income and employment → new savings

A key element of the model is feedback. A successful project increases revenue, generates new savings, and expands the deposit base. Thus, a cycle of internal financial mobilization is established. For an economy experiencing constraints on external financing, this mechanism is especially important.

6. Comparison of the traditional and proposed financing model

Table 4 – Comparative institutional matrix

Criterion	**Classic debt mechanism**	**The proposed Islamic model**
Financier's income	Interest on the obligation	Trading margin/rental/result share

Main object analysis	Creditworthiness and collateral	Project, asset, cash flow
Risk	Primarily a borrower	Differentiated by contract
SMEs without collateral	Limited access	Possibility of a partnership approach
Connection with production	Optional	Increased
Social function	Additional	Built-in via separate tools

The comparison shows that the main potential advantage of the Islamic model for Afghanistan lies not in the mechanical elimination of interest rates, but in the ability to shift the focus of bank analysis from collateral to the economic viability of the project. At the same time, this increases the demands on bank expertise and data quality.

7. Institutional barriers

The first barrier is informational. Partnership financing requires reliable information about the client's sales, costs, and profits. The second is personnel: specialists who understand banking risk, accounting, and Shariah requirements are needed. The third is infrastructural: efficient payments, credit information, legal protection of contracts, and dispute resolution mechanisms are needed.

The fourth barrier is liquidity. Islamic banks require Sharia-compliant short-term liquidity management tools. The fifth is the risk of formal compliance, when the economic substance of the product differs little from traditional debt. To minimize this risk, Sharia auditing, transparent disclosure of terms, and assessment of the true economic impact are necessary.

8. Development Roadmap

Table 5 – Step-by-step roadmap for the development of Islamic banking in Afghanistan

Stage	**Content**	**Result**
1. Standardization	Uniform contracts, Sharia parameters, disclosure	Decrease legal uncertainties
2. Personnel	Training of banking, audit and Sharia specialists	Decrease operating risk
3. Small and medium-sized business pilots	Mudarabah, Musharakah, Salam, Istisna	Growth of financing of the real sector
4. Digitalization	Electronic accounting, payments, monitoring	Reducing information costs
5. Guarantees	Credit risk sharing mechanisms	Expanding access to new clients
6. KPI	Regular calculation of IBDI	Evaluation of the actual effect

The roadmap is consistent with the one already formed by Da Afghanistan Bank regulatory infrastructure: the regulator publishes specific Islamic banking rules, product guidelines, and national Sharia governance frameworks [14]. The next step should be to translate the regulatory framework into scalable products and measurable economic outcomes.

9. Discussion

The proposed approach develops the ideas of H. Shirzad's monograph in a new direction. The original work focused on the negative consequences of riba and the advantages of its alternatives. This study asks the following question: what institutions are necessary for these alternatives to truly ensure economic development? This shift is crucial, as the monograph itself notes the potential information costs and limitations of capital mobility in an interest-free economy [1].

World Bank data confirms the urgency of the task: weak credit activity remains a constraint on recovery and job creation [15; 16]. Consequently, the effectiveness of the transition to Islamic finance should be assessed not by the number of rebranded banking products, but by the growth of real financing, the expansion of the number of borrowers, the development of SMEs, and the sustainability of financial institutions.

For subsequent empirical testing, the following model is proposed: $\Delta Y = \alpha + \beta_1 \Delta IF + \beta_2 \Delta SME + \beta_3 \Delta DEP + \beta_4 DIG + \varepsilon$, where Y is output or employment, IF is the volume of Islamic finance, SME is SME financing, DEP is the deposit base, and DIG is the level of digitalization. Positive β_1 and β_2, if statistically significant, will indicate the presence of a channel from Islamic intermediation to the real sector.

Conclusion

1. Islamic banking in Afghanistan should be viewed as an institution for mobilizing domestic resources and financial inclusion, and not just as a form of compliance with the prohibition of riba.

2. The theoretical basis of H. Shirzad's monograph allows us to identify a portfolio of alternative instruments – mudaraba, partnership, istisna, deferred sale and qarz-hasan – with different economic functions [1].

3. The current weakness of banking intermediation makes increasing the transformation of deposits into financing of the real sector a central task. The decline in the number of borrowers and the low ratio of financing to deposits indicate a significant gap [15].

IBDI index links financial indicators with inclusion, the real sector and social impact and can be used to monitor reforms.

5. Critical conditions for effectiveness include contract standardization, Shariah governance, training, digital monitoring and liquidity management tools.

6. The practical success of the transition should be measured by growth in the number of clients, financing of SMEs and production, job creation and the return of financial resources to the formal system.

LITERATURE

1. Shirzad H. The Impact of Interest on Society. Sheikh Zayed University, Department of National Economy, 1400 AH.
2. Al- Khatib M.; lane Rakhmani M. Sh. Fundamentals of Islamic Economics. Nangarhar, 2013.
3. Dai A. Z.; Khoshki S. Islamic Economic System. Kabul: New Future, 2017.
4. Rakhmani M. Sh. Economic system of Islam. Kabul: Salam, 2017.
5. Mangal M. Lecture Notes on Islamic Economics. Sheikh Zayed University, 1400 AH.
6. Najimi B. Introduction to Modern Islamic Economics. Peshawar: Al-Qalam, 2009.
7. Sabir A. V. International economic systems. Kabul, 2007.
8. Madudi S. A. A. Islamic economics. 2nd ed., 2000.
9. Chapra MU Islam and the Economic Challenge. Leicester: The Islamic Foundation, 1992.
10. Iqbal Z., Mirakhor A. An Introduction to Islamic Finance: Theory and Practice. Wiley, 2011.
11. World Bank; Islamic Development Bank Group. Global Report on Islamic Finance: Islamic Finance – A Catalyst for Shared Prosperity? Washington, DC, 2017.
12. Islamic Financial Services Board. Islamic Financial Services Industry Stability Report 2025. Kuala Lumpur, 2025.
13. AAOIFI. Shari'ah Standards. Manama: Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions.
14. Da Afghanistan Bank. Islamic Banking Regulations; Islamic Banking and Financial Services Department. Kabul.
15. World Bank. Afghanistan Development Update. April 2025. Washington, DC: World Bank.
16. World Bank. Afghanistan Development Update. November 2025. Washington, DC: World Bank.
17. World Bank. Afghanistan Private Sector Rapid Survey / financial sector analytical materials, 2024.
18. Qanet AB Developing the Shariah Framework for Islamic Banks in Afghanistan: An Exploratory Study. International Islamic University Malaysia, 2025.

UDC 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089494

ISLAMIC BANKING AS A TOOL FOR FINANCIAL INCLUSION AND RESTORATION OF THE REAL SECTOR IN AFGHANISTAN: AN INSTITUTIONAL MODEL OF DEVELOPMENT

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA
Professor, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Master's degree, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

SHIRZAD KHALID
Master's student, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

Abstract. *This article explores Islamic banking not only as an alternative to interest-based financing, but primarily as a potential tool for expanding financial inclusion, mobilizing savings, and rebuilding the real sector in Afghanistan. The initial conceptual framework is based on the monograph "The Impact of Interest on Society," which reveals the consequences of riba and examines mudarabah, partnership, interest-free loans, deferred sales, and istisna as alternative mechanisms. The article focuses on the institutional conditions for the practical development of Islamic banking. Relevant materials from Da Afghanistan Bank and the World Bank. A proprietary model, "Islamic banking—real sector—financial inclusion—employment," was proposed, along with a KPI system and a step-by-step roadmap.*

Key words: *Islamic banking, Afghanistan, financial inclusion, real sector, mudaraba, musharaka, istisna, qarz hasan, SMEs, financial stability.*

Introduction

Developing financial intermediation is a key condition for the recovery of Afghanistan's private sector. However, the country's current banking system operates under conditions of limited credit activity, liquidity problems, weak international connectivity, and an ongoing transition to Islamic finance [14–16]. In this situation, Islamic banking should be viewed not only as a legally acceptable replacement for interest-based transactions but also as a potential institutional platform for the return of monetary resources to the formal financial system.

Shirzad's monograph provides the theoretical basis for this approach. It links Islamic banking to the principle of profit and loss sharing, partnership, mudarabah, trade and production contracts, and social instruments, including "good credit" and zakat [1]. The author also notes that an interest-free economy should stimulate a transition from passive capital accumulation to its investment in trade, industry, and employment [1; 2].

The aim of this article is to develop an institutional model for the development of Islamic banking in Afghanistan as a tool for financial inclusion and the restoration of the real sector. The scientific novelty lies in linking the contractual architecture of Islamic finance with measurable outcomes: deposit mobilization, SME financing, investment, employment, and the reduction of financial exclusion.

1. Theoretical basis of Islamic financial intermediation

In the Islamic financial model, capital is not excluded from the income-generating process, but the method of income generation is limited by Shariah requirements. In H. Shirzad's monograph, the fundamental shift is from fixed income on debt to participation in the actual results of economic activity [1]. Partnership and mudarabah are considered basic forms that allow for the combination of capital and entrepreneurial ability.

Mudaraba involves the provision of capital by one party and labor or entrepreneurial expertise by the other. Profits are shared in an agreed-upon proportion. Partnership is based on joint participation in capital and results. Istisna' allows for the financing of the production of a specific product or object, and an interest-free loan fulfills a social function [1; 3–6].

Table 1 – Functional role of Islamic financial instruments

Tool	Main function	Potential use in Afghanistan
Mudaraba	Capital + entrepreneurship	Micro and small business
Musharaka	Joint investment	SMEs, cooperatives, projects
Istisna	Made to order production	Construction, crafts, industry
Salam	Prepayment for future delivery	Agriculture
Karz-Hasan	Interest-free repayment assistance	Vulnerable households, start-ups
Trade finance	Financing of real goods	Working capital

The author's conclusion: The most promising approach for Afghanistan is not a single-product approach, but a portfolio approach, in which the financial instrument is selected in accordance with the economic nature of the transaction.

2. The current state of banking intermediation

According to the World Bank, at the end of 2024, gross bank loans in Afghanistan decreased by 13.6% year-on-year, the number of borrowers decreased by 38% to 16,642, and the ratio of advances to deposits was around 10% [15]. These figures indicate an extremely weak transformation of deposit resources into financing the economy.

At the same time, the transition to the Islamic financial system continues. Afghanistan The Bank has established a separate Islamic banking and financial services department, national Shariah supervision and a set of regulations covering licensing, liquidity, capital adequacy, profit distribution, Shariah governance, musharakah, salam and istisna [14].

Table 2 – Key issues and institutional responses

Problem	Economic manifestation	Suggested answer
Low credit activity	Weak business financing	Activation of asset - backed and PLS products
Distrust of formalities finances	Funds outside banks	Sharia transparency and information
Limited access for SMEs	Working capital deficit	Mudarabah, Musharaka, Guarantees
Information asymmetry	High cost of monitoring	Digital accounting and scoring
Lack of personnel	Operational and Shariah risk	Certification and training
Liquidity problems	Limitation of intermediation	Islamic liquidity instruments

3. Research methodology

The study is based on a comparative institutional analysis, content analysis of the monograph by H. Shirzad and current regulatory materials Da Afghanistan Bank, as well as statistical and analytical materials from the World Bank. It is proposed to evaluate the development of Islamic banking through four interrelated blocks: financial intermediation (F), financial inclusion (I), connection with the real sector (R), and socio-economic impact (S).

The author proposes to calculate the integral index of Islamic banking development using the formula:

$$IBDI = 0.30\ F + 0.25\ I + 0.25\ R + 0.20\ S$$

Component F reflects the transformation of deposits into financing; I is the population and SME coverage; R is the share of transactions directly related to real assets and projects; S is employment, entrepreneurship support, and social accessibility. All indicators are normalized between 0 and 1. The weights are the author's hypothesis and require further expert and econometric verification.

KPI system for assessing Islamic banking

Block	**KPI**	**Expected direction**
F	Financing/Deposits	Height
F	Share of working assets	Height
I	Number of SME clients	Height
I	Share of previously non-bank clients	Height
R	The share of financing for production and trade	Height
R	Share of PLS and asset - backed contracts	Height
S	Jobs created per 1 million AFN of funding	Height
S	Share of social financing	Height

4. Islamic banking and financial inclusion

Financial inclusion in the Afghan context is determined by more than just the physical availability of a bank branch. Religious acceptability of the financial product, trust, price transparency, contract simplicity, and the product's ability to accommodate the income volatility of households and small businesses can be equally significant. Therefore, the transition to Islamic banking has the potential to attract a segment of the population that consciously avoids interest-bearing products.

However, the transition itself does not automatically guarantee increased inclusion. If an Islamic product remains complex, expensive, or inaccessible to small borrowers, religious acceptability will not remove the economic barrier. Therefore, a combination of Sharia compliance with digital channels, financial literacy, simple standard contracts, and risk-sharing mechanisms is necessary.

Financing for women and microenterprises occupies a special place. World Bank data indicate a significant unmet need for financing among women entrepreneurs [17]. In this area, Islamic products can be combined with portfolio guarantees, digital payments, and training programs.

5. The author's model "Islamic bank - real sector - inclusion - employment"

The proposed model is based on four sequential transformations. The first is the mobilization of household savings into the formal financial system through trust and Shariah acceptability. The second is the transformation of these funds into financing real assets and entrepreneurial projects. The third is the expansion of the circle of financing recipients by including SMEs, farmers, artisans, and previously financially excluded households. The fourth is the transformation of financial resources into production, income, and employment.

Savings → Islamic financial institution → contract → real asset/project → income and employment → new savings

A key element of the model is feedback. A successful project increases revenue, generates new savings, and expands the deposit base. Thus, a cycle of internal financial mobilization is established. For an economy experiencing constraints on external financing, this mechanism is especially important.

6. Comparison of the traditional and proposed financing model

Table 4 – Comparative institutional matrix

Criterion	**Classic debt mechanism**	**The proposed Islamic model**
Financier's income	Interest on the obligation	Trading margin/rental/result share

Main object analysis	Creditworthiness and collateral	Project, asset, cash flow
Risk	Primarily a borrower	Differentiated by contract
SMEs without collateral	Limited access	Possibility of a partnership approach
Connection with production	Optional	Increased
Social function	Additional	Built-in via separate tools

The comparison shows that the main potential advantage of the Islamic model for Afghanistan lies not in the mechanical elimination of interest rates, but in the ability to shift the focus of bank analysis from collateral to the economic viability of the project. At the same time, this increases the demands on bank expertise and data quality.

7. Institutional barriers

The first barrier is informational. Partnership financing requires reliable information about the client's sales, costs, and profits. The second is personnel: specialists who understand banking risk, accounting, and Shariah requirements are needed. The third is infrastructural: efficient payments, credit information, legal protection of contracts, and dispute resolution mechanisms are needed.

The fourth barrier is liquidity. Islamic banks require Sharia-compliant short-term liquidity management tools. The fifth is the risk of formal compliance, when the economic substance of the product differs little from traditional debt. To minimize this risk, Sharia auditing, transparent disclosure of terms, and assessment of the true economic impact are necessary.

8. Development Roadmap

Table 5 – Step-by-step roadmap for the development of Islamic banking in Afghanistan

Stage	**Content**	**Result**
1. Standardization	Uniform contracts, Sharia parameters, disclosure	Decrease legal uncertainties
2. Personnel	Training of banking, audit and Sharia specialists	Decrease operating risk
3. Small and medium-sized business pilots	Mudarabah, Musharakah, Salam, Istisna	Growth of financing of the real sector
4. Digitalization	Electronic accounting, payments, monitoring	Reducing information costs
5. Guarantees	Credit risk sharing mechanisms	Expanding access to new clients
6. KPI	Regular calculation of IBDI	Evaluation of the actual effect

The roadmap is consistent with the one already formed by Da Afghanistan Bank regulatory infrastructure: the regulator publishes specific Islamic banking rules, product guidelines, and national Sharia governance frameworks [14]. The next step should be to translate the regulatory framework into scalable products and measurable economic outcomes.

9. Discussion

The proposed approach develops the ideas of H. Shirzad's monograph in a new direction. The original work focused on the negative consequences of riba and the advantages of its alternatives. This study asks the following question: what institutions are necessary for these alternatives to truly ensure economic development? This shift is crucial, as the monograph itself notes the potential information costs and limitations of capital mobility in an interest-free economy [1].

World Bank data confirms the urgency of the task: weak credit activity remains a constraint on recovery and job creation [15; 16]. Consequently, the effectiveness of the transition to Islamic finance should be assessed not by the number of rebranded banking products, but by the growth of real financing, the expansion of the number of borrowers, the development of SMEs, and the sustainability of financial institutions.

For subsequent empirical testing, the following model is proposed: $\Delta Y = \alpha + \beta_1 \Delta IF + \beta_2 \Delta SME + \beta_3 \Delta DEP + \beta_4 DIG + \varepsilon$, where Y is output or employment, IF is the volume of Islamic finance, SME is SME financing, DEP is the deposit base, and DIG is the level of digitalization. Positive β_1 and β_2, if statistically significant, will indicate the presence of a channel from Islamic intermediation to the real sector.

Conclusion

1. Islamic banking in Afghanistan should be viewed as an institution for mobilizing domestic resources and financial inclusion, and not just as a form of compliance with the prohibition of riba.

2. The theoretical basis of H. Shirzad's monograph allows us to identify a portfolio of alternative instruments – mudaraba, partnership, istisna, deferred sale and qarz-hasan – with different economic functions [1].

3. The current weakness of banking intermediation makes increasing the transformation of deposits into financing of the real sector a central task. The decline in the number of borrowers and the low ratio of financing to deposits indicate a significant gap [15].

IBDI index links financial indicators with inclusion, the real sector and social impact and can be used to monitor reforms.

5. Critical conditions for effectiveness include contract standardization, Shariah governance, training, digital monitoring and liquidity management tools.

6. The practical success of the transition should be measured by growth in the number of clients, financing of SMEs and production, job creation and the return of financial resources to the formal system.

LITERATURE

1. Shirzad H. The Impact of Interest on Society. Sheikh Zayed University, Department of National Economy, 1400 AH.
2. Al- Khatib M.; lane Rakhmani M. Sh. Fundamentals of Islamic Economics. Nangarhar, 2013.
3. Dai A. Z.; Khoshki S. Islamic Economic System. Kabul: New Future, 2017.
4. Rakhmani M. Sh. Economic system of Islam. Kabul: Salam, 2017.
5. Mangal M. Lecture Notes on Islamic Economics. Sheikh Zayed University, 1400 AH.
6. Najimi B. Introduction to Modern Islamic Economics. Peshawar: Al-Qalam, 2009.
7. Sabir A. V. International economic systems. Kabul, 2007.
8. Madudi S. A. A. Islamic economics. 2nd ed., 2000.
9. Chapra MU Islam and the Economic Challenge. Leicester: The Islamic Foundation, 1992.
10. Iqbal Z., Mirakhor A. An Introduction to Islamic Finance: Theory and Practice. Wiley, 2011.
11. World Bank; Islamic Development Bank Group. Global Report on Islamic Finance: Islamic Finance – A Catalyst for Shared Prosperity? Washington, DC, 2017.
12. Islamic Financial Services Board. Islamic Financial Services Industry Stability Report 2025. Kuala Lumpur, 2025.
13. AAOIFI. Shari'ah Standards. Manama: Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions.
14. Da Afghanistan Bank. Islamic Banking Regulations; Islamic Banking and Financial Services Department. Kabul.
15. World Bank. Afghanistan Development Update. April 2025. Washington, DC: World Bank.
16. World Bank. Afghanistan Development Update. November 2025. Washington, DC: World Bank.
17. World Bank. Afghanistan Private Sector Rapid Survey / financial sector analytical materials, 2024.
18. Qanet AB Developing the Shariah Framework for Islamic Banks in Afghanistan: An Exploratory Study. International Islamic University Malaysia, 2025.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089496

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕУПОРНЫХ РАБОТ В КОНВЕРТОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗА 2023-2025ГГ

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

КАСЕНОВ ЕРКЕБУЛАН НУРУСЛАНОВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *В статье исследована динамика ключевых показателей работы огнеупорщика конвертерного цеха за 2023–2025 гг. Цель исследования — количественно оценить изменения стойкости футеровки, материалоёмкости, ремонтной нагрузки, простоев, качества работ, производительности труда и безопасности, а также определить взаимосвязь этих показателей с результативностью конвертерного производства. Методическая база включает сравнительный и индексный анализ, расчёт темпов изменения, группировку показателей по технологическому, ресурсному, организационному и социально-производственному блокам, а также условную оценку предотвращённых затрат на огнеупорные материалы. Установлено, что за рассматриваемый период стойкость футеровки увеличилась с 2850 до 3250 плавок (+14,0%), удельный расход огнеупоров снизился с 3,2 до 2,8 кг/т (-12,5%), расход торкрет-массы — с 2,1 до 1,8 кг/т (-14,3%), число ремонтов футеровки — с 24 до 18 (-25,0%), а простои конвертера из-за ремонта — с 310 до 235 ч/год (-24,2%). Одновременно производительность труда выросла на 14,1%, качество ремонтных работ достигло 98%, а нарушения требований безопасности снизились до нуля. Показано, что улучшение системы ухода за футеровкой формирует комплексный эффект: рост межремонтного ресурса, сокращение непроизводительных остановок и материальных затрат, повышение устойчивости выполнения производственной программы. Предложен интегральный контур управления результативностью огнеупорных работ на основе системы взаимосвязанных KPI.*

Ключевые слова: *конвертерное производство, огнеупоры, футеровка, стойкость футеровки, торкретирование, ремонт, простои, производительность труда, безопасность, KPI, эффективность.*

Введение

Надёжность огнеупорной футеровки относится к числу критических факторов устойчивой работы кислородного конвертера. Рабочая футеровка непосредственно воспринимает воздействие высокотемпературного металла и шлака, окислительной атмосферы, механических нагрузок и термических циклов. В современной практике кислородно-конвертерного производства основой рабочей футеровки являются магнезиально-углеродистые материалы, а срок службы футеровки повышается за счёт рационального шлакового режима, нанесения защитного шлакового покрытия и локального торкретирования изношенных зон [1–3].

С технологической точки зрения задача огнеупорной службы не сводится к максимальному увеличению кампании футеровки. Чрезмерный объём восстановительных операций способен ухудшать производительность агрегата, поэтому необходим баланс между безопасным остаточным ресурсом, объёмом ремонта и производственным планом. Практика управления футеровкой всё чаще опирается на регулярную диагностику состояния, планирование локальных ремонтов и анализ износа по зонам [3, 4].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью перейти от оценки труда огнеупорщика по отдельным операциям к комплексной системе результативности, в которой технологические показатели связаны с расходом материалов, временем ремонта, простоями, качеством, производительностью и безопасностью. Такой подход позволяет рассматривать огнеупорные работы не как вспомогательную функцию, а как один из факторов производственной эффективности конвертерного цеха.

Цель исследования — оценить динамику показателей работы огнеупорщика конвертерного цеха за 2023–2025 гг. и сформировать систему аналитических выводов, отражающую вклад огнеупорных работ в устойчивость производственного процесса.

Для достижения цели решены следующие задачи: систематизированы исходные показатели; рассчитаны абсолютные и относительные изменения; выявлены взаимосвязи между стойкостью футеровки, расходом материалов, ремонтами и простоями; выполнена условная оценка предотвращённых затрат; предложена система KPI для дальнейшего управления результативностью.

1. Материалы и методы исследования

Информационную основу составили предоставленные исходные данные за три года, включающие 12 показателей: стойкость футеровки, удельный расход огнеупоров и торкрет-массы, число и продолжительность ремонтов, ремонтные простои, выполнение задания, качество ремонтных работ, производительность труда, внеплановые ремонты, нарушения безопасности и выпуск стали. Значения рассматриваются как производственный массив для аналитической статьи; стоимостные параметры в исходной таблице обозначены как условные модельные и не должны интерпретироваться как официальная финансовая отчётность предприятия.

Основным расчётным показателем динамики принят темп изменения: T = (X2025 - X2023) / X2023 × 100%, где X2023 и X2025 — значения показателя в начальном и конечном годах. Для показателей, снижение которых является положительным результатом (расход материалов, ремонты, простои, нарушения), знак темпа изменения интерпретируется с учётом экономического содержания.

Таблица 1 — Динамика основных показателей работы огнеупорщика за 2023–2025 гг.

№	Показатель	ед	2023	2024	2025	Δ	Δ,%
1	Стойкость футеровки	плавки	2850	3050	3250	400	+14.0%
2	Удельный расход огнеупоров	кг/т стали	3.2	3	2.8	-0.4	-12.5%
3	Расход торкрет-массы	кг/т стали	2.1	1.95	1.8	-0.3	-14.3%
4	Количество ремонтов футеровки	ремонтов/год	24	21	18	-6	-25.0%
5	Средняя продолжительность ремонта	мин	62	57	52	-10	-16.1%
6	Простои конвертера из-за ремонта	ч/год	310	275	235	-75	-24.2%
7	Выполнение производственного задания	%	94	97	101	7	+7.4%
8	Качество ремонтных работ	%	94	96	98	4	+4.3%
9	Производительность труда	т/чел.-смену	78	83	89	11	+14.1%
10	Внеплановые ремонты	случаев/год	7	5	3	-4	-57.1%

11	Нарушения требований безопасности	случаев	2	1	0	-2	-100.0%
12	Производство стали	тыс. т	920	955	990	70	+7.6%

Все ключевые показатели имеют направленную положительную динамику. Наиболее значимые изменения наблюдаются по внеплановым ремонтам (-57,1%), нарушениям безопасности (-100%), числу ремонтов футеровки (-25,0%) и ремонтным простоям (-24,2%). Одновременно стойкость футеровки и производительность труда выросли примерно на 14%. Такая синхронность позволяет предположить системное улучшение организации огнеупорных работ, а не случайное изменение одного показателя.

2.Результаты исследования. 2.1Технологическая устойчивость футеровки

Стойкость футеровки увеличилась с 2850 плавок в 2023 г. до 3050 в 2024 г. и 3250 плавок в 2025 г. Совокупный прирост составил 400 плавок, или 14,0%. Для конвертерного производства рост кампании футеровки является принципиальным результатом, поскольку он уменьшает частоту крупных вмешательств и повышает доступность агрегата. Научная литература подтверждает, что сочетание MgO-C огнеупоров, шлакового покрытия и локального торкретирования способно существенно продлевать кампанию футеровки [1, 2, 5-8].

В исследовании Munteanu и соавторов применение шлакового покрытия сопровождалось ростом ресурса футеровки и снижением удельного расхода огнеупоров [2]. В более современном исследовании деградации MgO-C футеровки показано, что износ концентрируется в наиболее нагруженных зонах, а расход торкрет-смесей является важным индикатором характера износа и качества восстановительного обслуживания [5]. Эти положения согласуются с наблюдаемой в исходных данных одновременной динамикой стойкости и расхода ремонтных материалов.

Таблица 2 — Технологические показатели состояния и обслуживания футеровки

Показатель	2023	2025	изменение	интерпретация
Стойкость футеровки, плавки	2850	3250	+14,0%	Рост ресурса кампании
Удельный расход огнеупоров, кг/т	3,20	2,80	-12,5%	Снижение материалоёмкости
Расход торкрет-массы, кг/т	2,10	1,80	-14,3%	Более адресный/эффективный уход
Внеплановые ремонты, случаев	7	3	-57,1%	Рост предсказуемости состояния

Рост стойкости на фоне снижения удельного расхода огнеупоров и торкрет-массы особенно важен: ресурс увеличивается не за счёт наращивания материальных затрат, а при одновременном снижении материалоёмкости. Сокращение внеплановых ремонтов более чем в два раза усиливает вывод о повышении управляемости износа.

2.2 Ремонтная нагрузка и потери рабочего времени

Количество ремонтов футеровки снизилось с 24 до 18 в год, то есть на четверть. Средняя продолжительность ремонта сократилась на 10 минут, или 16,1%. Итоговый показатель простоев конвертера из-за ремонта уменьшился на 75 часов в год — с 310 до 235 ч/год. Снижение простоев на 24,2% создаёт резерв производственного времени, который может быть использован для выполнения дополнительных плавок либо повышения устойчивости производственного графика.

Таблица 3 — Изменение ремонтной нагрузки и простоев

Показатель	2023	2024	2025	2023-2025
Количество ремонтов, ед./год	24	21	18	-25,0%
Средняя продолжительность ремонта, мин	62	57	52	-16,1%
Простои из-за ремонта, ч/год	310	275	235	-24,2%
Внеплановые ремонты, ед./год	7	5	3	-57,1%

Динамика демонстрирует сразу два эффекта: ремонты выполняются реже и занимают меньше времени. Это означает, что сокращение простоев обеспечено не одним фактором, а сочетанием увеличения межремонтного ресурса и повышения организационной эффективности самих ремонтных операций. Практика специализированных огнеупорных сервисов также связывает эффективность с планированием остановов, техническим надзором, диагностикой и оптимизацией применяемых материалов [3, 6].

2.3Производительность, качество и выполнение производственной программы

Выполнение производственного задания выросло с 94% до 101%, то есть предприятие перешло от недовыполнения к превышению планового уровня. Качество ремонтных работ повысилось с 94% до 98%, а производительность труда — с 78 до 89 т/чел.-смену (+14,1%). За тот же период производство стали увеличилось с 920 до 990 тыс. т (+7,6%). Наличие параллельного роста выпуска, производительности и качества при сокращении простоев свидетельствует о повышении операционной устойчивости.

Таблица 4 — Результативность труда и производственной программы

Показатель	2023	2024	2025	изменение
Качество ремонтных работ, %	94	96	98	+4 п.п.
Выполнение производственного задания, %	94	97	101	+7 п.п.
Производительность труда, т/чел.-смену	78	83	89	+14,1%
Производство стали, тыс. т	920	955	990	+7,6%

Наиболее содержательным является переход показателя выполнения задания через 100%-й рубеж в 2025 г. Сам по себе рост выпуска стали нельзя полностью отнести к работе огнеупорщика, поскольку на него влияет множество технологических и рыночных факторов. Однако снижение ремонтных простоев формирует необходимое условие для повышения доступности конвертера и тем самым поддерживает выполнение производственной программы.

2.4 Безопасность как самостоятельный критерий эффективности

Число зафиксированных нарушений требований безопасности последовательно снизилось с двух случаев в 2023 г. до одного в 2024 г. и нуля в 2025 г. Для огнеупорных работ, связанных с высокими температурами, пылью, тяжёлыми материалами и работой вблизи металлургических агрегатов, данный результат имеет самостоятельную ценность. Современные поставщики огнеупорных сервисов рассматривают безопасность как обязательный элемент системы управления ремонтами и обслуживания [6].

Нулевое значение нарушений не следует трактовать как основание для снижения профилактической активности. Напротив, его необходимо закреплять через стандартизацию операций, предсменный контроль рисков, обучение, применение средств индивидуальной защиты и анализ потенциально опасных отклонений.

3. Оценка ресурсного и условного экономического эффекта

Для оценки ресурсного эффекта использован объём производства стали и удельный расход огнеупоров. Расчёт показывает, что при фактическом выпуске 2025 г. 990 тыс. т и сохранении удельного расхода 2023 г. на уровне 3,2 кг/т потребность в огнеупорах составила бы 3 168 000 кг. При фактическом уровне 2,8 кг/т расчётная потребность составляет 2 772 000

кг. Следовательно, предотвращённый расход относительно базовой нормы равен 396 000 кг, или 396 т.

Таблица 5 — Расчёт материального потребления и условной стоимости огнеупоров

Расчетный показатель	2023	2024	2025
Удельный расход, кг/т	3.2	3.0	2.8
Выпуск стали, т	920000	955000	990000
Расчётный расход огнеупоров, кг	2944000	2865000	2772000
Условная цена, ₸/кг	1000	1050	1100
Расчётная стоимость, млн ₸	2944.0	3008.25	3049.2

Несмотря на снижение физического расхода огнеупоров на 172 т между 2023 и 2025 гг., условная расчётная стоимость возрастает из-за заложенного в исходных данных роста цены с 1000 до 1100 ₸/кг. Это подчёркивает необходимость разделять технологический эффект (снижение кг/т) и финансовый эффект (зависит также от цены). Стоимостные значения являются модельными, как прямо указано в исходном файле.

Если оценивать предотвращённые затраты 2025 г. относительно базового удельного расхода 3,2 кг/т при условной цене 1100 ₸/кг, получаем: Э = (3,2 - 2,8) × 990 000 × 1100 = 435,6 млн ₸. Данная величина отражает не бухгалтерскую экономию, а модельный эффект от снижения материалоёмкости при фактическом объёме производства 2025 г. Для официального экономического расчёта необходимо заменить условную цену фактической средневзвешенной стоимостью закупки и учесть изменение структуры огнеупорных материалов.

Дополнительный эффект связан с высвобождением 75 часов конвертерного времени по сравнению с 2023 г. Его денежная оценка требует данных о производительности агрегата в т/ч и маржинальном доходе на тонну стали. Поэтому в данной статье этот резерв фиксируется в натуральном выражении, без искусственного завышения финансового результата.

4. Интегральная система KPI огнеупорных работ

Для практического управления предлагается объединить показатели в четыре блока: технологическая надёжность, ресурсная эффективность, организационная результативность и безопасность. Преимущество такого подхода состоит в исключении односторонней оптимизации. Например, снижение расхода торкрет-массы не должно считаться успехом, если одновременно ухудшается стойкость футеровки; сокращение времени ремонта не является положительным результатом при падении качества или росте нарушений безопасности.

Таблица 6 — Предлагаемая система KPI управления огнеупорными работами

Блок	Ключевые показатели	Управленческая цель	Периодичность
Ресурсная эффективность	кг огнеупоров/т; кг торкрет-массы/т	Снижение удельного расхода без потери ресурса	Ежемесячно
Технологическая надёжность	Стойкость футеровки; внеплановые ремонты	Максимизация стойкости при снижении аварийности	Ежемесячно/кампания
Организационная эффективность	Число ремонтов; мин/ремонт; ч простоев	Минимизация непроизводительного времени	Еженедельно/месяц
Качество и производительность	Качество ремонта; т/чел.-смену	Рост качества и производительности	Ежемесячно
Безопасность	Нарушения; потенциально опасные события	Ноль нарушений и предупреждение рисков	Постоянно

Система KPI строится по принципу взаимной проверки показателей. Центральным результатом является стойкость футеровки, но она оценивается совместно с материалоёмкостью и ремонтными простоями. Качество и безопасность выступают ограничителями: достижение экономии за счёт ухудшения этих параметров недопустимо.

Для сводной оценки может применяться интегральный индекс I = 0,30Ктех + 0,25Крес + 0,25Корг + 0,10Ккач + 0,10Кбез, где частные индексы нормируются относительно базового или целевого уровня. Весовые коэффициенты приведены как методическое предложение и перед внедрением должны быть согласованы экспертной группой предприятия. Важно, чтобы индекс использовался не как замена исходным KPI, а как инструмент раннего выявления ухудшения общего контура эффективности.

5. Обсуждение результатов

Полученные результаты соответствуют общей логике современных исследований огнеупорной службы кислородных конвертеров. Износ MgO-C футеровки носит зональный характер и зависит от химии шлака, температуры, механического воздействия и режима эксплуатации [1, 5]. Поэтому устойчивое повышение стойкости требует не только выбора материала, но и дисциплины технологического режима, своевременного локального ремонта и контроля наиболее нагруженных зон.

Снижение удельного расхода огнеупоров с 3,2 до 2,8 кг/т при росте стойкости на 14,0% является одним из наиболее сильных результатов массива. В опубликованном промышленном примере применение шлакового покрытия также сопровождалось одновременно ростом ресурса футеровки и снижением расхода огнеупоров [2]. Следовательно, наблюдаемая комбинация показателей технологически правдоподобна и может рассматриваться как целевая модель повышения эффективности.

Вместе с тем причинно-следственные выводы должны формулироваться осторожно. Трёхлетний ряд содержит только три годовые точки и не включает данные по отдельным кампаниям, маркам стали, химическому составу шлака, температуре выпуска, остаточной толщине футеровки и зонам торкретирования. Поэтому статья устанавливает устойчивую совместную динамику показателей, но не доказывает статистическую причинность каждого изменения.

Для дальнейшего исследования рекомендуется перейти к помесячной или покампанейной базе данных. В неё целесообразно включить число плавок, толщину футеровки по зонам, расход торкрет-массы по зонам, MgO и основность шлака, температуру, продолжительность продувки, длительность ремонтов и причины внеплановых вмешательств. Современная практика демонстрирует ценность лазерного сканирования и динамического планирования обслуживания футеровки по фактическому состоянию [4].

Отдельное направление — цифровизация KPI огнеупорной службы. Для каждой кампании может формироваться цифровой паспорт футеровки, объединяющий историю ремонтов, расход материалов, данные измерения остаточной толщины и технологические параметры плавок. Это позволит перейти от ретроспективного анализа к прогнозированию остаточного ресурса и выбору оптимального момента ремонта.

Заключение

1. За 2023–2025 гг. стойкость футеровки увеличилась на 400 плавок, или на 14,0%, что является базовым признаком повышения технологической устойчивости конвертерной кампании.

2. Удельный расход огнеупоров снизился на 12,5%, а торкрет-массы — на 14,3%. Одновременный рост стойкости и снижение материалоёмкости свидетельствуют о повышении эффективности использования огнеупорных материалов.

3. Число ремонтов футеровки сократилось на 25,0%, средняя продолжительность ремонта — на 16,1%, а ремонтные простои — на 24,2%. В натуральном выражении высвобождено 75 ч/год конвертерного времени относительно 2023 г.

4. Внеплановые ремонты сократились с 7 до 3 случаев в год (-57,1%), что указывает на повышение предсказуемости состояния футеровки и качества профилактического обслуживания.

5. Производительность труда выросла на 14,1%, качество ремонтных работ — с 94 до 98%, а выполнение производственного задания достигло 101%. Эти изменения формируют организационный эффект, дополняющий технологическую экономию.

6. Нарушения требований безопасности снизились до нуля. Данный показатель должен рассматриваться как обязательное ограничение для любых программ ускорения ремонта или снижения затрат.

7. При выпуске 990 тыс. т стали снижение удельного расхода с базовых 3,2 до 2,8 кг/т соответствует предотвращённому потреблению около 396 т огнеупоров. При условной цене 1100 ₸/кг модельный эффект составляет 435,6 млн ₸; для официальной оценки требуется пересчёт по фактическим закупочным ценам.

8. Предложена интегральная система KPI, объединяющая технологическую надёжность, ресурсную и организационную эффективность, качество, производительность и безопасность. Следующий этап исследования целесообразно связать с цифровым паспортом футеровки и покампанейным прогнозированием её остаточного ресурса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jalkanen H., Holappa L. Converter Steelmaking // Treatise on Process Metallurgy: Industrial Processes. Elsevier, 2014. Раздел BOF Refractory Lining. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080969886000146 (дата обращения: 06.09.2026).
2. Munteanu V., Dragan V., Zorlescu D. Increase of BOF Converter Life by Own Slag Coating // The Annals of “Dunarea de Jos” University of Galati. Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science. 2012. Vol. 35, No. 3. P. 67–72. URL: https://www.gup.ugal.ro/ugaljournals/index.php/mms/article/view/2884 (дата обращения: 06.09.2026).
3. RHI Magnesita. Converter: Basic Oxygen Furnace (BOF). Технические решения для футеровки и обслуживания конвертеров. URL: https://www.rhimagnesita.com/brochure/converter-basic-oxygen-furnace-bof/ (дата обращения: 06.09.2026).
4. RHI Magnesita. The Journal of Refractory Innovations. Bulletin 2019: Lining Control, Slag Conditioning and Slag Splashing. URL: https://www.rhimagnesita.com/bulletin-2023/bulletin-2019-1/ (дата обращения: 06.09.2026).
5. Evaluation of Factors Affecting the MgO–C Refractory Lining Degradation in a Basic Oxygen Furnace // Applied Sciences. 2023. Vol. 13, No. 22. Art. 12473. URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/13/22/12473 (дата обращения: 06.09.2026).
6. RHI Magnesita. Refractory Services & Solutions: refractory maintenance, major repairs, technical supervision and safety. URL: https://www.rhimagnesita.com/our-offering/refractory-services/ (дата обращения: 06.09.2026).
7. RHI Magnesita India. Refractory Solutions: Full Line Service and BOF refractory efficiency. URL: https://www.rhimagnesitaindia.com/our-offering/solutions (дата обращения: 06.09.2026).
8. Исходные данные пользователя. «Показатели работы огнеупорщика конвертерного цеха за 2023–2025 гг.»: рабочая книга Excel, листы «3 года», «Экономический эффект», «Формулы», «Источники». 2026.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089502

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ РЫНКА ТРУДА КАЗАХСТАНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

ГРЕЧКИН ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *В статье исследуется влияние цифровизации, искусственного интеллекта, платформенной занятости и цифровых государственных сервисов на структурную трансформацию рынка труда Республики Казахстан. Цель исследования — выявить основные каналы воздействия цифровизации на занятость, структуру профессий и компетенций, а также предложить авторский механизм адаптации рынка труда к технологическим изменениям. Методология включает статистический, сравнительный и структурно-функциональный анализ, систематизацию официальных данных Республики Казахстан и материалов Международной организации труда. Показано, что цифровизация не сводится к механическому сокращению рабочих мест: она перераспределяет функции между человеком и технологией, меняет содержание труда, усиливает спрос на цифровые и гибридные компетенции и одновременно создает риски профессионально-квалификационного несоответствия. По итогам предложены индекс цифровой адаптивности рынка труда и матрица приоритетов государственной политики.*

Ключевые слова: *цифровизация, рынок труда, Казахстан, занятость, искусственный интеллект, цифровые навыки, платформенная занятость, профессиональная трансформация, человеческий капитал, электронная биржа труда.*

Цифровая трансформация становится одним из ключевых факторов изменения спроса на труд, способов поиска работы, содержания профессий и требований к человеческому капиталу. Международная организация труда отмечает, что цифровые технологии одновременно создают возможности роста производительности и занятости и несут риски вытеснения отдельных функций, углубления цифрового разрыва и неравенства [1]. Для Казахстана данная проблема приобретает особую актуальность вследствие активной цифровизации государственных услуг, бизнеса и механизмов регулирования занятости.

В 2025 г. в Казахстане были заняты около 9,3 млн человек; 76,9% занятых работали по найму, 23,1% относились к самостоятельно занятым. Уровень безработицы составил 4,6%, а общая занятость выросла по сравнению с 2024 г. на 106,5 тыс. человек [2]. Во II квартале 2026 г. численность занятых достигла 9,4 млн человек, а уровень безработицы снизился до 4,5% [3]. Эти показатели свидетельствуют об относительной устойчивости агрегированного рынка труда, однако сами по себе не отражают глубину профессионально-технологической перестройки.

Цель статьи — разработать научно обоснованный подход к оценке влияния цифровизации на трансформацию рынка труда Казахстана и определить направления адаптации системы занятости и подготовки кадров. Гипотеза исследования состоит в том, что ключевым результатом цифровизации является не только изменение числа рабочих мест, но прежде всего изменение структуры трудовых функций, компетенций и механизмов взаимодействия работника, работодателя и государства.

Влияние цифровизации на труд проявляется через автоматизацию рутинных операций, дополнение человеческого труда цифровыми инструментами, появление новых профессий, платформизацию трудовых отношений и цифровизацию посредничества на рынке труда. Поэтому корректнее говорить не о линейном «замещении человека машиной», а о перераспределении задач внутри профессий.

МОТ подчеркивает необходимость включения цифровой трансформации в национальные политики занятости таким образом, чтобы технологический прогресс сопровождался созданием достойной занятости, повышением производительности, цифровой инклюзией и социальным диалогом [1, 4]. Для Казахстана особенно важна связь цифровой политики с системой профессионального образования и непрерывного обучения.

Таблица 1 — Основные каналы воздействия цифровизации на рынок труда

Канал цифровизации	Положительный эффект	Основной риск
Автоматизация	Рост производительности, снижение рутинной нагрузки	Высвобождение отдельных функций
ИИ	Поддержка решений и персонализация	Быстрое устаревание компетенций
Цифровые платформы	Снижение транзакционных издержек поиска работы	Нестабильность отдельных форм занятости
Удаленная работа	Расширение географии занятости	Цифровое неравенство
E-government / HR-tech	Ускорение трудоустройства	Алгоритмические и информационные риски

Методологическую основу составили системный подход, анализ статистических данных, сравнительный анализ и авторское моделирование. Эмпирическая база включает данные Бюро национальной статистики Республики Казахстан за 2025–2026 гг., материалы Министерства труда и социальной защиты населения и МОТ [1–5].

Для оценки цифровой адаптивности рынка труда предлагается интегральный индекс: $IDAL = w_1D + w_2S + w_3M + w_4L + w_5I, \quad \Sigma w_i = 1,$

где D — уровень цифровизации процессов занятости; S — обеспеченность цифровыми навыками; M — мобильность и способность работников переходить между профессиями; L — охват непрерывным обучением; I — цифровая инклюзивность. Индекс может рассчитываться в диапазоне от 0 до 1 и использоваться для межрегионального или динамического сравнения.

Дополнительно предлагается коэффициент структурного давления цифровизации: $Ksd = Jtransform / Jtotal,$

где J_transform — число рабочих мест, в которых цифровизация существенно изменяет состав задач и требуемых компетенций; J_total — общая численность рабочих мест исследуемой совокупности. В отличие от показателя риска автоматизации, Ksd фиксирует именно необходимость трансформации, а не обязательное сокращение занятости.

По итогам 2025 г. уровень занятости населения в возрасте 15 лет и старше составлял 64,7%, а уровень безработицы — 4,6%. Наибольшая доля занятых приходилась на торговлю — 16,7%, образование — 13,2%, промышленность — 12,4% и сельское хозяйство — 10,6% [2]. Такая структура важна для оценки цифровой трансформации: отрасли различаются по потенциалу автоматизации, скорости внедрения ИИ и потребности в новых компетенциях.

Во II квартале 2026 г. рабочая сила Казахстана составила 9 844,5 тыс. человек, занятое население — 9 399,9 тыс., безработное — 444,6 тыс. человек; уровень безработицы составил 4,5%, молодежной безработицы в возрасте 15–34 лет — 2,9% [3].

Таблица 2 — Основные показатели рынка труда Казахстана [2, 3]

Показатель	2025 г.	II кв. 2026 г.
Занятое население	≈9,3 млн	9,400 млн
Уровень безработицы	4,6%	4,5%
Доля наемных работников	76,9%	77,2%
Доля самостоятельно занятых	23,1%	22,8%

Динамика показывает сохранение высокой занятости при постепенном росте доли наемного труда. Однако цифровая трансформация проявляется прежде всего внутри существующей занятости: меняются инструменты, процессы, квалификационные требования и способы взаимодействия с рынком.

Одним из наиболее заметных результатов цифровизации является переход механизмов трудового посредничества в онлайн-среду. По данным Министерства труда и социальной защиты населения, в 2025 г. цифровая экосистема социально-трудовой сферы охватила 20 млн граждан и объединила 16 информационных систем. Через Электронную биржу труда было трудоустроено более 500 тыс. человек; на платформе размещено 1,3 млн вакансий и 1,5 млн резюме [5].

Особенно показателен уровень цифровизации регистрации безработных: 96% зарегистрированных безработных в 2025 г. использовали онлайн-формат без посещения карьерных центров. Кроме того, внедрена ИИ-модель сопоставления вакансий и резюме [5]. Таким образом, государственная инфраструктура занятости превращается из пассивного регистрационного механизма в цифровую платформу управления трудовыми траекториями.

Таблица 3 — Цифровизация государственной инфраструктуры занятости [5]

Элемент цифровой инфраструктуры	Результат 2025 г.	Трансформационный эффект
Цифровая экосистема труда	20 млн граждан	Масштабирование цифровых сервисов
Электронная биржа труда	>500 тыс. трудоустроенных	Снижение информационных издержек
Вакансии	1,3 млн	Повышение прозрачности спроса
Резюме	1,5 млн	Расширение цифрового предложения труда
Онлайн-регистрация безработных	96%	Переход к дистанционной модели
ИИ-подбор вакансий	Внедрен	Персонализация трудоустройства

Главным долгосрочным эффектом цифровизации становится изменение содержания профессий. Рутинные когнитивные и административные операции в большей степени поддаются автоматизации, тогда как возрастает ценность аналитического мышления, коммуникации, управления сложными системами, цифровой грамотности и способности работать совместно с ИИ.

Для Казахстана целесообразно выделить три группы профессий: цифрово-замещаемые, цифрово-дополняемые и цифрово-создаваемые. В первой группе технологии способны существенно сокращать долю рутинных операций; во второй технологии повышают производительность специалиста; третья группа возникает непосредственно вследствие цифровизации.

Таблица 4 — Авторская типология трансформации профессий

Группа	Характер трансформации	Приоритет кадровой политики
Цифрово-замещаемые	Автоматизация значительной части стандартных задач	Reskilling
Цифрово-дополняемые	ИИ и ПО усиливают производительность человека	Upskilling
Цифрово-создаваемые	Новые цифровые роли и специализации	Подготовка новых кадров

В 2025 г. МОТ совместно с казахстанскими участниками обсуждала влияние ИИ, квантовых вычислений и других новых технологий на достойный труд, подчеркивая необходимость развития навыков и согласованных мер государства, работодателей и работников [6]. Это подтверждает переход проблемы цифровизации из технологической в социально-экономическую плоскость.

Цифровая трансформация может усиливать различия между работниками с разным уровнем образования, возрастом, местом проживания и доступом к цифровой инфраструктуре. Работники, обладающие цифровыми компетенциями и способностью к непрерывному обучению, получают преимущества в мобильности и доходах; группы с низкой цифровой готовностью сталкиваются с риском профессиональной маргинализации.

Поэтому политика должна быть направлена не только на подготовку ИТ-специалистов. Более значимой задачей становится массовая цифровая адаптация работников традиционных отраслей — промышленности, торговли, образования, транспорта, сельского хозяйства и государственного сектора.

Предлагается модель «Технология — компетенции — мобильность — занятость», основанная на четырех последовательных контурах. Первый контур — прогноз технологических изменений и профессий. Второй — диагностика дефицита компетенций. Третий — персонализированное обучение и переподготовка. Четвертый — цифровое трудоустройство и сопровождение профессионального перехода.

Ключевым отличием модели является переход от реакции на уже возникшую безработицу к превентивному управлению риском профессионального высвобождения. Цифровые данные о вакансиях, резюме, навыках и образовательных траекториях позволяют выявлять дефицит компетенций до того, как он проявится в росте безработицы.

Таблица 5 — Авторская модель цифровой адаптации рынка труда

Контур	Инструмент	KPI
Прогноз	Big Data рынка вакансий	Точность прогноза спроса
Диагностика	Цифровой профиль навыков	Выявленный skill gap
Обучение	Микроквалификации, онлайн-курсы	Доля завершивших обучение
Переход	ИИ-matching вакансий	Доля трудоустроенных после обучения

Первое направление — формирование национальной системы прогнозирования навыков на основе больших данных рынка труда. Второе — переход от периодического повышения квалификации к непрерывному обучению. Третье — интеграция образовательных программ с реальными данными о вакансиях. Четвертое — поддержка цифровой адаптации работников зрелого возраста и регионов. Пятое — развитие механизмов социального диалога при внедрении ИИ и автоматизации.

Для предприятий целесообразно ввести показатель цифровой готовности персонала и включать его в стратегические KPI человеческого капитала. Перед внедрением крупного проекта автоматизации должна оцениваться не только технологическая окупаемость, но и

карта изменения трудовых функций: какие задачи исчезают, какие появляются и какие компетенции необходимо сформировать.

Экономический эффект программы переподготовки можно оценивать как:

E_reskill = C_replacement + L_vacancy + L_productivity − C_training,

где C_replacement — предотвращенные затраты на замену персонала; L_vacancy — предотвращенные потери от незакрытых вакансий; L_productivity — прирост производительности; C_training — стоимость обучения. Формула переводит развитие навыков из категории социальных расходов в категорию инвестиций в человеческий капитал.

Полученные результаты показывают, что стабильный уровень безработицы не означает отсутствия структурной трансформации. Казахстан демонстрирует одновременно устойчивые агрегированные показатели занятости и быстрый переход к цифровым механизмам трудового посредничества[2,3,5]. Следовательно, традиционные показатели рынка труда следует дополнять индикаторами цифровой адаптивности, профессиональной мобильности и дефицита навыков.

Научная новизна исследования заключается, во-первых, в трактовке цифровизации как фактора перераспределения трудовых функций, а не исключительно замещения рабочих мест; во-вторых, в разработке интегрального индекса IDAL; в-третьих, в предложении превентивной модели «Технология — компетенции — мобильность — занятость».

Практическая значимость состоит в возможности применения модели государственными органами, университетами, карьерными центрами и предприятиями для прогнозирования потребности в навыках, формирования программ переподготовки и оценки результативности цифровой трансформации.

Заключение.

1. Цифровизация в Казахстане уже существенно трансформировала инфраструктуру рынка труда: поиск вакансий, регистрация безработных и подбор рабочих мест все в большей степени осуществляются в цифровом формате.

2. Основной эффект цифровизации проявляется не столько в изменении общей численности занятых, сколько в перераспределении трудовых функций и росте требований к цифровым и гибридным компетенциям.

3. Сохранение безработицы на уровне 4,5–4,6% в 2025–II квартале 2026 гг. подтверждает относительную устойчивость рынка труда, но не исключает локальных структурных дисбалансов.

4. Ключевым риском является разрыв между скоростью технологического обновления рабочих мест и скоростью обновления компетенций работников.

5. Предложенный индекс IDAL позволяет комплексно оценивать цифровую адаптивность рынка труда, а коэффициент Ksd — масштаб профессиональной трансформации.

6. Государственная политика должна смещаться от компенсации последствий высвобождения к превентивному управлению профессиональными переходами на основе данных.

7. Университеты и предприятия должны формировать систему непрерывного обучения, в которой программы оперативно обновляются на основе цифровой аналитики вакансий и требований работодателей.

8. Цифровизация способна стать фактором повышения производительности и качества занятости Казахстана при условии синхронизации технологической, образовательной и социальной политики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chacaltana J., Prieto Berhouet M., Perrot B., Lindgren M. Digital transformation in employment policies. International Labour Organization. Geneva, 2025.
2. Бюро национальной статистики АСПиР РК. Ситуация на рынке труда (2025 г.). Астана, 2026.
3. Бюро национальной статистики АСПиР РК. Ситуация на рынке труда (II квартал 2026 г.). Астана, 2026.
4. International Labour Organization. Digitalization in employment policies. 30 O ctober 2025.
5. Министерство труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. В Министерстве труда и социальной защиты населения рассмотрели вопросы цифровизации социально-трудовой сферы. 2026.
6. International Labour Organization. Трехсторонний диалог в Казахстане: изучение воздействия новых технологий на достойный труд. 5 марта 2025 г.
7. Бюро национальной статистики АСПиР РК. Динамические ряды: занятость и безработица. 2026.
8. Бюро национальной статистики АСПиР РК. Основные индикаторы рынка т руда в Республике Казахстан (2025 г.). 2026.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089508

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРРИСКАМИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАНКОВСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ АО «НАРОДНЫЙ БАНК КАЗАХСТАНА» (HALYK BANK))

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

БЕРДАЛИЕВ ИСА ПОЛАТОВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *Цифровая трансформация банковского сектора одновременно расширяет возможности дистанционного обслуживания и повышает зависимость финансовой организации от устойчивости информационных систем, качества управления данными, надежности цифровых каналов и способности своевременно реагировать на киберинциденты. Цель статьи — разработать организационно-экономический подход к совершенствованию управления киберрисками АО «Народный Банк Казахстана» (Halyk Bank), связывающий киберустойчивость с экономической эффективностью банка. Исходной эмпирической базой послужили материалы по дистанционному банковскому обслуживанию физических лиц, где показаны рост онлайн-банкинга, развитие финтеха, цифровой экосистемы, персонализации и модели высокотехнологичного банка [1]. Для актуализации использованы открытые материалы Halyk Bank, требования Республики Казахстан, NIST CSF 2.0, документы Базельского комитета и ENISA [2–8]. Предложена авторская модель «Киберриск — операционная устойчивость — экономический результат», интегральный индекс зрелости, система KPI/KRI и подход к оценке экономического эффекта через предотвращенные потери, снижение простоев, уменьшение операционных потерь и сохранение клиентской активности.*

Ключевые слова: *киберриск, Halyk Bank, цифровой банкинг, дистанционное банковское обслуживание, экономическая эффективность, операционная устойчивость, информационная безопасность*

Введение

Дистанционное банковское обслуживание стало базовой инфраструктурой современного банка. В исходной презентации цифровизация рассматривается как основа развития финтеха, а цифровой банк — как экосистема, объединяющая мобильный и интернет-банкинг, платежи, кредитование, персонализированные услуги и интеграцию с внутренними банковскими системами [1]. Масштабирование цифровых каналов изменяет структуру затрат и повышает удобство клиента, однако одновременно увеличивает поверхность атаки и экономическую цену технологического сбоя.

Киберриск целесообразно трактовать как разновидность операционного риска, способную трансформироваться в прямые финансовые потери, расходы на восстановление, компенсации клиентам, регуляторные последствия, репутационный ущерб и отток клиентской базы. Поэтому управление киберрисками должно быть встроено в общую систему корпоративного управления [6, 7,13-15].

Теоретические основы управления киберрисками в цифровом банке.

Экономическая логика цифрового банка основана на эффекте масштаба: одна технологическая платформа способна обслуживать значительный объем операций при относительно меньших предельных издержках. Материалы презентации показывают переход от традиционного обслуживания к цифровой платформе, развитие мобильного банкинга, API, платежных сервисов и цифровых каналов [1]. Однако концентрация операций на цифровых платформах означает, что один существенный инцидент способен одновременно затронуть большое количество клиентов и бизнес-процессов.

Киберриск в статье определяется как вероятность возникновения экономического ущерба вследствие нарушения конфиденциальности, целостности или доступности информационных активов, цифровых сервисов и технологической инфраструктуры банка. Такое определение переводит обсуждение из исключительно технической области в плоскость финансового менеджмента. Объектом управления становится не отдельная уязвимость, а совокупный ожидаемый ущерб и допустимый уровень нарушения критических операций.

NIST Cybersecurity Framework 2.0 формирует жизненный цикл управления киберриском через функции Govern, Identify, Protect, Detect, Respond и Recover [5]. Функция Govern подчеркивает, что кибербезопасность является частью корпоративного риск-менеджмента. Аналогичный подход закреплен в принципах операционной устойчивости Базельского комитета, где выделяются управление, непрерывность бизнеса, зависимости от третьих сторон, управление инцидентами и устойчивость ИКТ [6].

Для банковской организации экономическая эффективность киберуправления проявляется через снижение ожидаемых потерь, сокращение времени недоступности критических сервисов, предотвращение потери доверия и клиентской активности, а также повышение эффективности инвестиций в технологии. Целью выступает экономически обоснованный уровень остаточного риска, а не максимизация расходов на защиту. $ECL_{cyber} = \Sigma(P_i \times L_i)$,

где ECL_{cyber} — ожидаемые годовые потери; P_i — вероятность реализации i-го сценария; L_i — совокупный ущерб. В L_i включаются прямые потери, стоимость простоя, расследования и восстановления, компенсации и вторичные эффекты.

Методология исследования.

Исследование сочетает контент-анализ исходной презентации, сравнительный анализ нормативных и международных подходов, риск-ориентированное моделирование и экономическую оценку. Презентация задает исходную логику цифровой трансформации: рост дистанционных каналов, формирование финтех-рынка, развитие цифровых операционных моделей, создание экосистемы Halyk Bank и переход к персонализированному обслуживанию [1].

В годовом отчете Halyk Bank за 2024 год информационная безопасность названа ключевым элементом устойчивой деятельности; политика разработана с учетом ISO 27001:2022. Банк сообщает о zero trust, DevSecOps, квартальных фишинговых упражнениях Red Team, тестировании киберустойчивости, R&D-лаборатории по ИИ в кибербезопасности и антифроде, а также внутреннем центре киберэкспертизы [2].

Нормативные требования Республики Казахстан охватывают систему управления информационной безопасностью, категорирование активов, управление доступом, безопасность инфраструктуры, криптографическую защиту, доступ третьих лиц, внутренние проверки и процессы системы управления [4].

Таблица 1 — Логика авторской методики управления киберрисками

Этап	Содержание	Экономический результат
1. Картирование	Критические сервисы, данные, зависимости	Определение стоимости критичности

2. Сценарии	Фишинг, фрод, DDoS, ransomware, third-party	Карта потенциальных потерь
3. Оценка	Вероятность × воздействие	Ожидаемый ущерб
4. Контроли	Govern–Identify–Protect–Detect–Respond–Recover	Снижение остаточного риска
5. Эффект	Предотвращенные потери минус затраты	ROSI/NPV

Методика связывает технические меры с измеримым экономическим результатом и позволяет включать кибериниативы в инвестиционный портфель банка на сопоставимой основе.

3. Цифровизация как источник эффективности и киберэкспозиции

Исходная презентация фиксирует ускоренное развитие дистанционного банковского обслуживания в Казахстане: по приведенным в ней данным, число активных пользователей онлайн- и мобильного банкинга в 2022 году достигало около 23 млн, а количество онлайн-платежей за пятилетний период выросло многократно [1]. Эти показатели используются как историческая база, а не как текущая статистика 2026 года.

Конкурентоспособность банков связывается с инновационностью и качеством цифрового личного кабинета, через который клиент выполняет платежи и переводы, операции с депозитами, валютой и кредитными заявками [1]. Следовательно, доступность цифрового канала становится частью потребительской ценности банковского продукта.

Современная информация Halyk показывает дальнейшее масштабирование цифровой модели: Halyk Super-App позиционируется как B2C-платформа, Onlinebank — как B2B-платформа; во втором квартале 2026 года на корпоративном сайте указано 8,6 млн MAU Super-App [9]. Масштаб клиентской базы усиливает экономическую ценность непрерывности сервисов.

Таблица 2 — Выгоды цифровизации и сопутствующие киберриски

Цифровой фактор	Экономическая выгода	Киберриск	Ответ
Mobile	Рост активности, меньше нагрузки на отделения	Account takeover, фишинг	MFA, behavioral analytics
API	Расширение экосистемы	Компрометация API	API security
ИИ/персонализация	Конверсия и сервис	Утечки, model risk	Data governance
DevOps	Быстрый time-to-market	Уязвимости кода	DevSecOps
Платежи	Комиссионный доход	Мошенничество	Cross-channel anti-fraud

Система информационной безопасности Halyk Bank.

Открытая отчетность Halyk Bank позволяет выделить зрелые элементы кибербезопасности: политика информационной безопасности, zero trust, минимизация привилегий и интеграция безопасности в жизненный цикл разработки через DevSecOps [2]. В 2024 году банк обеспечил 100%-ный охват сотрудников обучением с тестированием по предотвращению утечек данных; 37% сотрудников подразделения кибербезопасности прошли внешнее специализированное обучение, более 100 разработчиков — обучение по базовым уязвимостям веб-приложений [2].

Sustainability Report 2024 раскрывает развитие единой кросс-канальной антифрод-системы, применение big data и AI, интеграцию с Антифрод-центром Национального Банка Республики Казахстан и автоматическую блокировку мошеннических транзакций и счетов-дропперов [3]. Совет директоров получает регулярную отчетность, а руководство дважды в

год представляет отчет о реализации стратегических инициатив по кибербезопасности и антифроду [3].

Таблица 3 — Экономическая интерпретация практик Halyk Bank

Элемент	Практика Halyk	Экономическая интерпретация
Governance	Отчетность Совету директоров	Снижение риска несогласованных решений
Zero Trust	Строгая аутентификация и доступ	Снижение компрометации
DevSecOps	Безопасность в разработке	Дешевле устранять дефекты раньше
Red Team	Квартальные фишинг-тесты	Снижение social engineering
AI/Anti-fraud	R&D и единая система	Снижение fraud loss
Stress tests	Тесты устойчивости	Сокращение потенциального простоя

Карта ключевых киберрисков.

ENISA относит финансовый сектор к числу наиболее атакуемых и выделяет атаки на доступность, ransomware, утечки данных и социальную инженерию как существенные угрозы [8,12]. Для банка их необходимо переводить в сценарии экономического ущерба, а не ограничиваться технической классификацией.

Приоритетные кластеры: риски цифровой идентичности и социальной инженерии; эксплуатация уязвимостей приложений и API; DDoS и ransomware; third-party risk; внутренние угрозы; риски данных и моделей ИИ. Каждый сценарий должен иметь владельца, критический процесс, вероятность, диапазон ущерба, ключевые контроли и остаточный риск.

Таблица 4 — Авторская карта приоритетных киберрисков (*экспертная шкала, не внутренняя оценка банка)

Сценарий	Вероятность*	Воздействие*	Экономический канал
Социальная инженерия/фрод	Высокая	Высокое	Прямые потери и компенсации
Компрометация учетных данных	Высокая	Высокое	Фрод и репутация
DDoS	Средняя–высокая	Высокое	Потеря транзакционного потока
Ransomware	Средняя	Критическое	Простой и восстановление
API/приложение	Средняя	Высокое	Утечка и регуляторные последствия
Third-party	Средняя	Высокое	Каскадный простой
Инсайдер/ошибка	Средняя	Среднее–высокое	Утечка и расследование
ИИ/model risk	Растущая	Среднее–высокое	Ошибочные решения

Приоритизация должна учитывать не только вероятность, но и критичность процесса, число затрагиваемых клиентов, продолжительность нарушения и возможность каскадного распространения.

Авторская модель «Киберриск — операционная устойчивость — экономический результат».

Модель исходит из того, что инвестиции в кибербезопасность создают экономический эффект через операционную устойчивость: киберуправление снижает вероятность и масштаб инцидента, сокращает время нарушения, уменьшает потери и сохраняет клиентскую активность. Шесть контуров модели согласованы с NIST CSF 2.0 [5].

Govern задает риск-аппетит, ответственность и инвестиционные приоритеты; Identify — карту активов и зависимостей; Protect — превентивные меры; Detect — мониторинг; Respond

— локализацию; Recover — восстановление и извлечение уроков. Для каждого контроля должен быть определен экономический канал эффекта. $ICRM = \Sigma(wj \times Sj)$, $\Sigma wj = 1$,

где ICRM — интегральный индекс зрелости; Sj — нормированная оценка контура 0–1; wj — его вес. Индекс позволяет отслеживать не количество средств защиты, а сбалансированность системы управления.

Таблица 5 — Структура интегрального индекса ICRM

Контур	**Вес**	**Ключевой вопрос**
Govern	0,20	Связан ли риск с бизнес-целями?
Identify	0,15	Известны ли активы и зависимости?
Protect	0,20	Снижается ли вероятность атаки?
Detect	0,15	Насколько быстро выявляется отклонение?
Respond	0,15	Насколько быстро локализуется инцидент?
Recover	0,15	Восстановление в пределах tolerance?

Система KPI/KRI киберриска.

Технические метрики должны быть связаны с экономическими последствиями. Предлагается двухуровневая система: KRI характеризуют изменение риск-профиля, KPI — эффективность процессов и контролей. Стратегический дашборд должен показывать остаточный риск, критические сценарии, потенциальный финансовый ущерб, статус мероприятий и отклонение от риск-аппетита.

Таблица 6 — Предлагаемая система KPI/KRI

Показатель	Тип	Смысл	Экономическая связь
MTTD	KPI	Время обнаружения	Меньше окно развития ущерба
MTTR	KPI	Время реагирования/восстановления	Снижение стоимости простоя
MFA/PAM coverage	KPI	Защита критических активов	Снижение account takeover
Phishing failure rate	KRI	Неуспешные сотрудники	Вероятность social engineering
Fraud loss rate	KRI	Потери/объем транзакций	Прямые расходы
False positive rate	KPI	Ложные/все блокировки	Клиентское трение
Vulnerability aging	KRI	Возраст критических уязвимостей	Технологическая экспозиция
Third-party exposure	KRI	Критические внешние зависимости	Концентрационный риск
Availability	KPI	Доступность сервиса	Сохранение транзакций

Операционный дашборд целесообразно формировать ежедневно или еженедельно, тактический — ежемесячно, стратегический — ежеквартально. Для антифрода необходимо балансировать предотвращенные потери и стоимость ложноположительных решений, поскольку чрезмерная жесткость контроля может снижать конверсию и повышать нагрузку на поддержку.

Экономическая оценка кибериниициатив.

Для инвестиционного управления предлагается оценивать изменение ожидаемого ущерба. Базовый эффект равен разнице между ожидаемыми потерями до и после внедрения контроля. $\Delta ECL = ECLbefore - ECLafter$

$NEcyber = \Delta ECL + Sdowntime + Soper + Sfraud - Ccontrol$

ROSI = (Risk reduction − Security cost) / Security cost × 100%

Внутренние данные Halyk Bank о фактических киберпотерях, вероятностях сценариев и стоимости контролей публично не раскрыты, поэтому статья не подменяет реальные показатели условными «фактами». Предлагается расчетный шаблон для заполнения внутренними данными.

Таблица 7 — Шаблон экономической оценки кибериниициативы

Параметр	До	После	Источник
Вероятность инцидента	P0	P1	История + сценарии
Средний ущерб	L0	L1	Finance/CRO/CISO
MTTR	T0	T1	SOC/ITSM
Fraud loss	F0	F1	Anti-fraud/Finance
OPEX	O0	O1	Finance/Operations
Стоимость контроля	0	C	CAPEX+OPEX

При ограниченном бюджете приоритет получают мероприятия, которые обеспечивают наибольшее снижение критического остаточного риска на единицу совокупной стоимости владения.

Совершенствование антифрод-управления.

Для розничного цифрового банка антифрод — один из наиболее прямых каналов преобразования киберустойчивости в финансовый результат. Halyk Bank сообщает о единой кросс-канальной системе, big data и AI, а также интеграции с Антифрод-центром Национального Банка [3]. Следующий этап — экономическая оптимизация решений антифрода.

Ltotal = Lfraud + CFP + Creview + Cdelay + Creputation

Здесь учитываются фактические мошеннические потери, стоимость ложноположительных блокировок, ручной проверки, задержек легитимных операций и репутационно-клиентских последствий. Максимальное число блокировок не тождественно максимальной эффективности: избыточная чувствительность создает клиентское трение.

Таблица 8 — Экономически ориентированный антифрод

Направление	Улучшение	Эффект
Cross-channel scoring	Единый риск-профиль	Снижение обхода контроля
Behavioral analytics	Поведенческие аномалии	Раннее выявление takeover
Graph analytics	Связи счетов/устройств	Выявление сетей дропперов
Adaptive authentication	Проверка по уровню риска	Баланс безопасности и удобства
Model monitoring	Drift, precision/recall	Стабильность модели
Human-in-the-loop	Эскалация пограничных кейсов	Снижение стоимости ошибок

Практический результат — переход от показателя «сколько атак заблокировано» к показателю «какова минимальная совокупная стоимость мошенничества и контроля при заданном уровне клиентского опыта».

Управление рисками третьих сторон и цифровой экосистемы.

Презентация рассматривает высокотехнологичный банк как цифровую экосистему финансовых и нефинансовых продуктов [1]. Экосистемная модель усиливает сетевой эффект, но увеличивает внешние зависимости. Поставщик API, облачной услуги, программного компонента или процессинга способен стать источником каскадного инцидента.

Базельский комитет относит управление зависимостями от третьих сторон к ключевым элементам операционной устойчивости [6, 7]. Для каждого внешнего сервиса необходимо определить критические операции, максимальную допустимую продолжительность нарушения, план замещения, требования к уведомлению и права на аудит. TPRI = C × D × V × (1 − M)

C — критичность процесса; D — степень зависимости; V — уязвимость/экспозиция; M — зрелость мер снижения риска. Все компоненты нормируются 0–1. Чем выше TPRI, тем выше приоритет углубленной проверки.

Таблица 9 — Жизненный цикл third-party risk

Поставщик	До договора	В период	Выход
Критический IT/SaaS	Due diligence, архитектура	SLA, мониторинг, аудит	Exit plan, backup
API/финтех	API/data security	Мониторинг аномалий	Отключение/ротация ключей
Разработчик ПО	Secure SDLC, SBOM	Патчи и уязвимости	Escrow/альтернатива
Процессинг	BCP/DR, PCI	Тесты устойчивости	Резервный маршрут

Киберустойчивость и стресс-тестирование.

Halyk Bank сообщает о внутренних и внешних стресс-тестах устойчивости интернет-банкинга и экосистемных продуктов [2]. Развитие практики целесообразно направить на проверку способности сохранять критические операции в пределах установленной tolerance for disruption, что соответствует принципам Базельского комитета [6].

RTO и RPO следует связать с Cost of Downtime per Hour — стоимостью часа недоступности, включающей упущенный транзакционный доход, дополнительные обращения, ручные операции и потенциальный отток.

Ldowntime = t × (Rh + Oh + Ch) + Lsecondary

Таблица 10 — Экономически ориентированные киберстресс-тесты

Сценарий	Проверяемая способность	Экономический критерий
DDoS Super-App	Доступность/переключение	Потери в час и RTO
Ransomware	Изоляция и backup recovery	Максимальный простой
Поставщик	Переключение зависимости	Сохранение критической операции
Массовый фишинг	SOC + anti-fraud + коммуникации	Fraud loss и время реакции
Утечка данных	Containment и расследование	Масштаб вторичных потерь

Стресс-тест должен считаться успешным, если критическая операция сохраняется или восстанавливается в пределах экономически обоснованной границы, а выявленные слабости превращаются в конкретный план инвестиций и контрольных мероприятий.

Дорожная карта совершенствования управления киберрисками Halyk Bank.

С учетом раскрытых практик задача состоит не в создании системы с нуля, а в усилении экономической интеграции зрелых механизмов кибербезопасности с ERM, бюджетированием и управлением эффективностью.

Таблица 11 — Дорожная карта совершенствования

Этап	Горизонт	Ключевые действия	Результат
I. Интеграция	0–6 мес.	Реестр сценариев; критические процессы; риск-аппетит; таксономия потерь	Единый язык CISO–CRO–CFO

II. Количественная оценка	6–12 мес.	ECL, downtime cost, TPRI, KPI антифрода, стресс-тесты	Сопоставимость рисков и инвестиций
III. Оптимизация	12–24 мес.	ROSI/NPV; dashboard; continuous control monitoring	Риск-ориентированный бюджет

На первом этапе следует утвердить финансовую таксономию киберпотерь и правила их учета. На втором — сформировать сценарную базу с вероятностями и диапазонами ущерба. На третьем — перейти к динамическому портфельному управлению, когда бюджет направляется в меры с наибольшим вкладом в снижение критического остаточного риска.

Каждый значимый цифровой продукт должен иметь security-by-design бизнес-кейс: критические данные, модель угроз, требования к устойчивости, зависимости от поставщиков, стоимость контроля и ожидаемый остаточный риск. Это развивает уже применяемый Halyk Bank подход DevSecOps [2].

Обучение сотрудников следует сегментировать по ролям. Разработчики, администраторы, фронт-офис, руководство, владельцы данных и антифрод должны иметь разные сценарии обучения и измеримые поведенческие KPI.

Обсуждение результатов.

Исследование показывает, что цифровая трансформация и управление киберрисками образуют единую экономическую систему. В исходной презентации цифровизация связана с дистанционными сервисами, экосистемами, инновационными моделями и персонализацией [1]. В актуальной отчетности Halyk Bank эта логика дополнена zero trust, DevSecOps, Red Team, киберстресс-тестированием, AI/anti-fraud и корпоративным надзором [2, 3]. Дальнейший резерв эффективности находится в измерении экономической отдачи и остаточного риска.

Предлагаемый подход согласуется с NIST CSF 2.0 [5], Базельскими принципами [6,7] и национальными требованиями Казахстана [4]. Научная новизна состоит в трех положениях: киберриск рассматривается как фактор экономической эффективности через операционную устойчивость; предложен интегральный индекс ICRM; разработана система экономической оценки кибериниациатив, объединяющая ожидаемые потери, стоимость простоя, fraud loss, OPEX и стоимость контроля.

Практическое преимущество модели — общий язык между CISO, CIO, CRO, CFO и владельцами бизнеса. Техническое подразделение обосновывает инвестиции через снижение риска, финансовое подразделение сравнивает киберпроекты с другими инвестициями, а Совет директоров видит связь между киберустойчивостью и непрерывностью критических операций.

Ограничение исследования — отсутствие публичных внутренних данных Halyk Bank о фактических киберинцидентах, финансовых потерях, стоимости конкретных средств защиты и внутренних оценках риск-аппетита. Поэтому числовые вероятности и ущерб не приписываются банку; формулы и матрицы предназначены для заполнения внутренними данными.

Заключение.

1. Масштабирование дистанционного обслуживания повышает эффективность, но увеличивает зависимость от цифровой инфраструктуры; киберриск должен оцениваться как экономически значимый компонент операционного риска.

2. Halyk Bank демонстрирует развитые практики zero trust, DevSecOps, Red Team, обучение, стресс-тестирование, AI/anti-fraud и корпоративный надзор [2, 3].

3. Основной резерв совершенствования связан с количественной интеграцией киберриска в ERM и инвестиционное управление: ECL_cyber, стоимость простоя, ROSI, TPRI и экономические KPI антифрода.

4. Авторская модель «Киберриск — операционная устойчивость — экономический результат» переводит акцент с количества средств защиты на их вклад в сохранение критических операций, клиентской активности и финансового результата.

5. Единая система KPI/KRI должна обеспечить связь между MTTD, MTTR, уязвимостями, фишингом и доступностью, с одной стороны, и fraud loss, стоимостью простоя, OPEX и остаточным риском — с другой.

6. Приоритетными направлениями для Halyk Bank являются экономическая оптимизация антифрода, количественное управление third-party risk, сценарное киберстресс-тестирование и риск-ориентированное бюджетирование.

7. Предлагаемый подход позволяет рассматривать расходы на кибербезопасность как инвестиции в операционную устойчивость и сохранение стоимости банковского бизнеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сейдуллаев Д.М. Дистанционное банковское обслуживание физических лиц, 2025г.
2. Halyk Bank JSC. Annual Report 2024. Раздел Information Security. 2025.
3. Halyk Bank JSC. Sustainability Report 2024. Разделы Incident Management a nd Security; Information Security. 2025.
4. Об утверждении Требований к обеспечению информационной безопасности банков, филиалов банков-нерезидентов Республики Казахстан и организаций, осуществляющих отдельные виды банковских операций: постановление Правления Агентства РК по регулированию и развитию финансового рынка от 3 апреля 2026 года № 53.
5. National Institute of Standards and Technology. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0. NIST CSWP 29. Gaithersburg, 2024.
6. Basel Committee on Banking Supervision. Principles for Operational Resilience / Basel Framework, ORR20. Bank for International Settlements.
7. Basel Committee on Banking Supervision. Core Principles for Effective Banking Supervision. Principle 25: Operational risk and operational resilience. BIS, 2024.
8. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). ENISA Threat Landscape: Finance Sector. 2025.
9. Halyk Bank JSC. About us / Halyk Super-App and Onlinebank: official corporate information. 2026.
10. Halyk Bank JSC. Security Governance: Information Security Policy and compliance materials. 2026.
11. Агентство Республики Казахстан по регулированию и развитию финансового рынка. Информационная безопасность: нормативные и проектные документы. 2026.
12. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). ENISA Threat Landscape 2025. 2025.
13. Гельманова З.С., Lisiecka K. Идентификация и действия в отношении ключевых рисков в деятельности компании // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 1. С. 114-118; URL: https://applied-research.ru/article/view?id=11107 (дата обращения: 07.09.2026).
14. Gelmanova, Z.S., Petrovskaya, A.S., Batyrbek, A.E. and Fayez Vazani, A.V., 2024. Risk-management: Study guide. Almaty: Adal Kitap.
15. Gelmanova, Z.S., 2016. Organization of vocational training in production. International Journal of Experimental Education, (8), p.17–21.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089510

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕХАХ АО «QARMET»

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

КЛИМЕНКО ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

НАБИЕВ МАКСАТ ЕРЛАНОВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

ИБРАЕВ ЕРЖАН ТАЛЬКЕНОВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы оценки и управления профессиональными рисками в энергетических цехах АО «Qarmet» как одного из ключевых направлений обеспечения безопасности и охраны труда на крупном промышленном предприятии Республики Казахстан. Энергетические подразделения металлургического производства характеризуются повышенной сложностью технологических процессов, наличием электроустановок различного напряжения, тепломеханического оборудования, трубопроводов, сосудов, работающих под давлением, вращающихся механизмов, источников повышенного шума и вибрации, высоких температур, электрической и тепловой энергии, а также необходимостью выполнения ремонтных, наладочных и эксплуатационных работ.*

Целью исследования является разработка системного подхода к идентификации, оценке и снижению профессиональных рисков работников энергетических цехов АО «Qarmet». В работе проанализированы основные опасные и вредные производственные факторы, предложена методика количественной оценки риска на основе вероятности возникновения опасного события и тяжести его последствий, рассмотрены организационные, технические и санитарно-гигиенические мероприятия по снижению рисков. Дополнительно проанализирована динамика производственного травматизма в Республике Казахстан в 2021–2025 гг., а также показатели Карагандинской области и опубликованные данные по Угольному департаменту АО «Qarmet». В 2021 году в Казахстане было зарегистрировано 2 133 пострадавших при несчастных случаях, связанных с трудовой деятельностью, в 2022 году — 2 449, в 2023 году — 2 670, в 2024 году — 2 471, а в 2025 году — 2 328. Таким образом, после роста травматизма в 2021–2023 гг. в 2024–2025 гг. наблюдалось его снижение [15–17].

Особое внимание уделено требованиям законодательства Республики Казахстан в области безопасности и охраны труда, включая Трудовой кодекс Республики Казахстан, Правила управления профессиональными рисками, требования безопасности при эксплуатации электроустановок, тепломеханического оборудования и требования производственной санитарии. Показано, что эффективное управление профессиональными рисками должно основываться не только на обеспечении работников средствами индивидуальной защиты, но прежде всего на устранении или снижении опасности непосредственно на источнике ее возникновения. Предложена многоуровневая система управления рисками, включающая идентификацию опасностей, оценку риска, разработку корректирующих мероприятий, контроль их выполнения, обучение персонала, анализ происшествий и постоянный мониторинг эффективности принятых мер.

Ключевые слова: *профессиональный риск, безопасность труда, охрана труда, энергетический цех, электроустановка, тепломеханическое оборудование, производственный травматизм, идентификация опасностей, оценка риска, управление рисками, АО «Qarmet», промышленная безопасность.*

Современное металлургическое производство невозможно без надежного функционирования энергетической инфраструктуры. Электрическая и тепловая энергия, системы водоснабжения, газоснабжения, сжатого воздуха, пароснабжения и другие энергетические ресурсы обеспечивают непрерывность основных технологических процессов. Поэтому энергетические цеха крупных металлургических предприятий относятся к подразделениям, в которых надежность оборудования непосредственно связана не только с производственной эффективностью, но и с безопасностью работников.

АО «Qarmet» является крупным промышленным предприятием Республики Казахстан, деятельность которого связана с металлургическим и горнодобывающим производством. На официальном информационном ресурсе компании безопасность и охрана труда определены как один из приоритетов. Среди реализуемых направлений компания указывает стремление к нулевому уровню травматизма, выявление потенциально смертельных действий, угроз и ситуаций, развитие аудитов, контроль подрядных организаций, обучение персонала, наставничество, внедрение «жизненно важных правил» и электронной системы SMS H&S Audit Reporting. Компания также сообщает о прохождении сертификационного аудита системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья ISO 45001 [11].

Энергетические подразделения металлургического предприятия имеют ряд специфических особенностей. В процессе эксплуатации и ремонта энергетического оборудования работники могут подвергаться воздействию электрического тока, электрической дуги, высокого давления, высокой температуры, движущихся механизмов, шума, вибрации, недостаточной освещенности, неблагоприятного микроклимата, вредных веществ, а также организационных и психофизиологических факторов.

Особую опасность представляют работы, выполняемые при эксплуатации и ремонте электроустановок. Даже при наличии современных систем защиты ошибочные действия персонала, нарушение последовательности переключений, недостаточная подготовка рабочего места, ошибочная идентификация оборудования или несоблюдение нарядно-допускной системы способны привести к тяжелым последствиям.

Законодательство Республики Казахстан рассматривает управление профессиональными рисками как составную часть системы управления охраной труда. Правила управления профессиональными рисками определяют управление профессиональными рисками как совокупность процедур идентификации и оценки профессиональных рисков, разработки корректирующих мер, контроля и мониторинга [2].

При этом с 12 июля 2026 года вступила в действие новая редакция Правил управления профессиональными рисками, утвержденная приказом Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан от 28 мая 2026 года № 211. Новая редакция предусматривает, в частности, использование при оценке профессионального риска информации об идентификации рисков, статистических данных о заболеваемости и производственном травматизме, а также данных об обеспеченности средствами коллективной и индивидуальной защиты[2, 15].

Фактическая динамика производственного травматизма.

Актуальность риск-ориентированного подхода подтверждается официальными статистическими данными. В Республике Казахстан в 2021 году было зарегистрировано 2 133 пострадавших при несчастных случаях, связанных с трудовой деятельностью, в 2022 году — 2 449, а в 2023 году — 2 670. В 2024 году показатель снизился до 2 471, а в 2025 году — до 2 328 случаев [15–17].

Таблица 1 — Динамика производственного травматизма в Республике Казахстан в 2021–2025 гг.

Год	Численность пострадавших, чел.	Изменение к предыдущему году, %
2021	2 133	—
2022	2 449	+14,8
2023	2 670	+9,0
2024	2 471	−7,5
2025	2 328	−5,8

Таким образом, за 2021–2023 гг. количество пострадавших увеличилось с 2 133 до 2 670 человек, или на 25,2%. В 2024 году показатель уменьшился на 7,5%, а в 2025 году — еще на 5,8%. В результате в 2025 году количество пострадавших оказалось на 12,8% ниже, чем в пиковом 2023 году. Одновременно статистика показывает, что проблема производственного травматизма остается значимой. В 2025 году из 2 328 зарегистрированных случаев 250 человек пострадали при групповых несчастных случаях, 408 — в связи с профессиональными заболеваниями, а 23 — при отравлениях [17]. Для промышленного предприятия эти показатели имеют особое значение, поскольку энергетические подразделения обеспечивают функционирование оборудования, от которого зависит работа значительной части технологического комплекса.

Актуальность исследования определяется тем, что традиционного подхода, при котором безопасность обеспечивается преимущественно посредством инструктажей и выдачи средств индивидуальной защиты, недостаточно для сложного энергетического производства. Необходим переход к риск-ориентированной модели, позволяющей заранее выявлять потенциально опасные сценарии и устранять их до наступления аварийного события.

Цель исследования — разработать комплексный подход к оценке и управлению профессиональными рисками работников энергетических цехов АО «Qarmet».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: определить основные опасные и вредные производственные факторы энергетических цехов; рассмотреть нормативно-правовые требования Республики Казахстан в области управления профессиональными рисками; разработать подход к количественной оценке профессиональных рисков; проанализировать фактическую динамику производственного травматизма; определить приоритетные меры по снижению выявленных рисков; сформировать систему контроля и мониторинга эффективности мероприятий.

Объектом исследования являются условия труда работников энергетических цехов промышленного металлургического предприятия.

Предметом исследования выступает система идентификации, оценки и управления профессиональными рисками при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте энергетического оборудования.

Нормативно-правовая основа управления профессиональными рисками

Основным законодательным документом в сфере безопасности и охраны труда является Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V ЗРК. В нем закреплены обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда, обучению работников, контролю состояния охраны труда и реализации профилактических мероприятий[1]. Особое значение имеют Правила управления профессиональными рисками, утвержденные приказом Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан от 11 сентября 2020 года № 363. Правила предусматривают процедуры идентификации профессиональных рисков, оценки профессиональных рисков, разработки корректирующих мер, контроля и мониторинга [2]. В 2026 году была утверждена новая

редакция Правил приказом от 28 мая 2026 года № 211, вступившая в действие 12 июля 2026 года [2].

Согласно действующему подходу, оценка профессионального риска должна основываться не только на формальном перечне опасностей, но и на анализе информации о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости, обеспеченности средствами защиты и других характеристиках рабочего места [2].

Для энергетических цехов важны также специальные нормативные требования.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок устанавливают требования к персоналу, организации безопасного выполнения работ, допуску, применению защитных средств и другим аспектам эксплуатации электроустановок[3]. При выполнении работ в энергетических подразделениях необходимо учитывать требования безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования [4]. Кроме того, для энергетических объектов имеют значение требования пожарной безопасности, санитарные правила, требования производственного контроля и правила обязательной периодической аттестации производственных объектов по условиям труда. [5–10]. Таким образом, управление профессиональными рисками в энергетических цехах должно представлять собой не отдельную процедуру службы охраны труда, а интегрированную систему, объединяющую требования охраны труда, технической эксплуатации, промышленной и пожарной безопасности.

Особенности профессиональных рисков в энергетических цехах АО «Qarmet».

Энергетические цеха металлургического предприятия отличаются большим количеством взаимосвязанных технологических систем. Нарушение работы одного элемента может привести к изменению режимов работы другого оборудования. В результате потенциальная опасность может возникать не только непосредственно на рабочем месте, но и вследствие технологического взаимодействия оборудования. К основным группам профессиональных рисков можно отнести: электрические; термические; механические; физические; химические; пожаро- взрывоопасные;эргономические; психофизиологические; организационные.

Электрические риски.

Наиболее значимым фактором для работников электротехнических подразделений является возможность поражения электрическим током. Опасность возникает при непосредственном прикосновении к токоведущим частям, повреждении изоляции, ошибочном включении оборудования, наведенном напряжении, появлении напряжения на отключенных участках, а также при неправильной организации ремонтных работ. Дополнительную опасность представляет электрическая дуга. Ее возникновение может сопровождаться воздействием высокой температуры, светового излучения, ударной волны и расплавленных металлических частиц. Снижение электрического риска требует применения комплекса мер: отключения оборудования, предотвращения ошибочного включения, проверки отсутствия напряжения, заземления, ограждения рабочего места, установки предупреждающих плакатов и применения соответствующих средств защиты [3].

Термические риски.

В энергетических цехах источниками теплового воздействия могут являться паропроводы, горячая вода, нагретые поверхности оборудования, котельное оборудование, теплообменники, технологические газы и другие источники. При нарушении герметичности трубопровода или оборудования работник может получить ожоги горячим паром, водой или поверхностью оборудования. Для управления данным риском необходимо: обеспечивать надежную теплоизоляцию; контролировать состояние трубопроводов и арматуры; использовать ограждения; контролировать давление и температуру; применять нарядно-допускную систему; использовать соответствующую спецодежду и средства защиты; соблюдать установленную технологическую последовательность операций.

Актуальность данного риска подтверждается и общереспубликанской статистикой. В 2025 году в Казахстане было зарегистрировано 127 случаев термических ожогов, тогда как в 2023 году — 102 случая. Таким образом, несмотря на общее снижение производственного травматизма в 2024–2025 гг., количество зарегистрированных термических ожогов выросло примерно на 24,5%. [16–17]

Механические риски.

Механические опасности связаны с движущимися и вращающимися частями оборудования, насосами, вентиляторами, электродвигателями, приводами, грузоподъемными механизмами и другим оборудованием.

Наиболее вероятными сценариями травмирования являются защемление, удар, падение предмета, попадание одежды или частей тела в движущийся механизм, падение с высоты. Для снижения риска необходимо применять стационарные и съемные ограждения, блокировки, устройства аварийной остановки, безопасные методы проведения ремонтных работ и процедуры изоляции энергии.

Шум и вибрация.

Для энергетического оборудования характерны повышенные уровни шума и вибрации. Их источниками являются электродвигатели, насосы, компрессоры, вентиляторы, турбомеханизмы и другие агрегаты. Воздействие шума имеет не только физиологические последствия. В условиях энергетического цеха чрезмерный шум может затруднять передачу команд и предупреждений, снижать способность работника своевременно воспринимать звуковые сигналы и тем самым повышать вероятность ошибки.

Поэтому мероприятия по снижению шума должны включать техническое обслуживание оборудования, балансировку вращающихся частей, вибродиагностику, шумоизоляцию, дистанционное управление и рациональное ограничение времени пребывания работников в шумных зонах. [7–9]

Химические факторы.

В зависимости от технологического процесса энергетические подразделения могут иметь дело с различными химическими веществами. Опасность может возникать при эксплуатации систем водоподготовки, химической обработки воды, работе с маслами, реагентами, техническими газами и продуктами их разложения. Производственный контроль предусматривает лабораторно-инструментальные исследования опасных и вредных факторов производственной среды, включая химические факторы, аэрозоли, физические факторы, шум, вибрацию, микроклимат и другие параметры. [9]. Для управления химическими рисками необходимо применять герметизацию оборудования, вентиляцию, автоматизацию дозирования, газоанализ, системы аварийного оповещения, безопасное хранение веществ и соответствующие СИЗ.

Региональные особенности производственного травматизма.

Для оценки условий, в которых функционируют крупные промышленные предприятия АО «Qarmet», целесообразно учитывать статистику производственного травматизма в Карагандинской области. В 2023 году в Карагандинской области было зарегистрировано 496 пострадавших при несчастных случаях, что составляло 18,6% от общего показателя по Казахстану. В 2025 году в области зарегистрировано 277 пострадавших, или 11,9% от общереспубликанского количества. [16–17]

Таблица 2 — Динамика производственного травматизма в Карагандинской области

Показатель	2023 г.	2025 г.	Изменение
Пострадавшие, чел.	496	277	−219
Доля в общем числе по РК	18,6%	11,9%	−6,7 п.п.
Изменение количества пострадавших	—	—	−44,2%

За рассматриваемый период абсолютное количество пострадавших в Карагандинской области уменьшилось на 219 человек, или 44,2%.

При этом Карагандинская область продолжает относиться к регионам с наиболее высоким уровнем производственного травматизма. В 2025 году она занимала второе место после Восточно-Казахстанской области, где было зарегистрировано 287 пострадавших [17]. Для АО «Qarmet» данное обстоятельство имеет особое значение, поскольку значительная часть производственных и энергетических объектов компании расположена в промышленной зоне Карагандинского региона.

Методика оценки профессионального риска.

Для энергетических цехов целесообразно использовать матричный метод оценки профессионального риска. Общая величина риска может определяться как: R = P × S, где: R — уровень профессионального риска; P — вероятность возникновения опасного события; S — тяжесть возможных последствий. Для практического применения может использоваться пятибалльная шкала вероятности и тяжести последствий.

Таблица 3 — Шкала вероятности возникновения опасного события

Балл	Вероятность	Характеристика
1	Очень низкая	Практически исключенное событие
2	Низкая	Может произойти при сочетании неблагоприятных условий
3	Средняя	Возможность периодического возникновения
4	Высокая	Событие вероятно при обычной эксплуатации
5	Очень высокая	Событие ожидаемо или уже неоднократно происходило

Таблица 4 — Шкала тяжести последствий

Балл	Последствия
1	Незначительная травма без потери трудоспособности
2	Легкая травма
3	Травма средней тяжести или временная утрата трудоспособности
4	Тяжелая травма, профессиональное заболевание или значительная авария
5	Смертельный исход, групповая авария или катастрофические последствия

На основании полученного значения риска предлагается следующая классификация: 1–4 балла — низкий риск; 5–9 баллов — умеренный риск; 10–16 баллов — высокий риск; 17–25 баллов — критический риск. При этом окончательная методика и критерии должны быть закреплены внутренним нормативным документом предприятия и согласованы с действующими требованиями Республики Казахстан. [2]

4. Пример оценки профессиональных рисков энергетического цеха.

Для демонстрации методики рассмотрим типовые рабочие операции энергетического подразделения.

Таблица 5 — Пример реестра профессиональных рисков

Опасность	Возможное событие	P	S	R	Уровень
Электрическое напряжение	Поражение электрическим током	3	5	15	Высокий
Электрическая дуга	Ожог, травма глаз	2	5	10	Высокий

Опасность	Возможное событие	P	S	R	Уровень
Горячий пар	Термический ожог	3	4	12	Высокий
Движущиеся механизмы	Защемление, удар	3	4	12	Высокий
Работа на высоте	Падение	3	5	15	Высокий
Повышенный шум	Нарушение слуха, ошибка персонала	4	3	12	Высокий
Вибрация	Профессиональные нарушения здоровья	3	3	9	Умеренный
Химические вещества	Отравление, ожог	2	4	8	Умеренный
Скользкий пол	Падение	3	2	6	Умеренный
Недостаточное освещение	Ошибочные действия, травма	2	3	6	Умеренный

Представленная таблица является примером методики, а не фактической статистикой АО «Qarmet». Для производственного применения значения вероятности и тяжести должны определяться по результатам обследования конкретных рабочих мест, производственного контроля, анализа происшествий, микротравм, аварийных ситуаций и иных данных предприятия. Особое внимание следует уделять рискам с тяжестью последствий 5 баллов. Даже при сравнительно небольшой вероятности события такие риски должны рассматриваться как приоритетные.

Фактические показатели производственного травматизма АО «Qarmet».

Открытые официальные источники не содержат детализированной статистической выборки непосредственно по энергетическим цехам АО «Qarmet». Поэтому для эмпирической иллюстрации в настоящей работе используются опубликованные данные по Угольному департаменту компании. Эти данные не экстраполируются непосредственно на энергетические цеха, а рассматриваются как дополнительный показатель эффективности системы управления безопасностью внутри предприятия. По данным Федерации профсоюзов Республики Казахстан, за 11 месяцев 2023 года на предприятиях Угольного департамента АО «Qarmet» было зарегистрировано 111 производственных травм. За аналогичный период 2024 года — 20 случаев, в том числе 1 смертельный, 17 тяжелых и 2 легких [18].

Таблица 6 — Динамика производственного травматизма в Угольном департаменте АО «Qarmet» за 11 месяцев 2023–2024 гг.

Показатель	11 мес. 2023 г.	11 мес. 2024 г.	Изменение
Всего производственных травм	111	20	−82,0%
Смертельные	н/д	1	—
Тяжелые	н/д	17	—
Легкие	н/д	2	—

Таким образом, количество зарегистрированных производственных травм за сопоставимый период уменьшилось на 91 случай, или 82,0%. Вместе с тем снижение общей частоты травм не означает полного устранения риска. Из 20 случаев 2024 года один имел смертельный исход, а 17 были классифицированы как тяжелые. Это подтверждает необходимость оценки не только частоты происшествий, но и тяжести их последствий [18]. Следовательно, приоритетом для энергетических цехов должны оставаться сценарии, способные привести к смертельному исходу даже при относительно низкой вероятности их возникновения.

Управление профессиональными рисками. Управление риском должно осуществляться в соответствии с принципом иерархии мер управления опасностями.

Устранение опасности.

Наиболее эффективным способом является полное устранение опасности. Например, если ручная операция может быть исключена путем автоматизации, риск воздействия на работника существенно снижается. В энергетических цехах перспективными направлениями являются: автоматизация переключений; дистанционный контроль параметров; автоматизированное управление насосами и вентиляторами; дистанционный контроль температуры и давления; автоматическое обнаружение утечек; дистанционный мониторинг состояния электрооборудования.

Замена опасного процесса.

Если полное устранение опасности невозможно, следует рассматривать возможность замены оборудования или технологического процесса менее опасным. Например, применение оборудования с улучшенной изоляцией, более надежными блокировками и диагностическими системами позволяет уменьшить вероятность возникновения аварий.

Технические средства защиты.

Технические меры должны рассматриваться как основной способ снижения риска после устранения или замены опасности. К ним относятся: защитные ограждения; блокировки; сигнализация; аварийное отключение; заземление; автоматическая защита; вентиляция; теплоизоляция; шумоизоляция; системы контроля загазованности; видеомониторинг; системы обнаружения перегрева; устройства контроля вибрации.

Опыт Qarmet показывает развитие именно этого направления. В структурных подразделениях Стального департамента компании были установлены 385 камер видеонаблюдения, интегрированных с искусственным интеллектом. Кроме того, система позиционирования горнорабочих была полностью смонтирована и введена в опытную эксплуатацию на четырех шахтах, с планами дальнейшего расширения [19–20].

Организационные мероприятия.

Организационная составляющая включает: разработку безопасных методов выполнения работ; проведение инструктажей; обучение и проверку знаний; допуск к самостоятельной работе; применение нарядно-допускной системы; разработку технологических карт; планирование ремонтов; контроль соблюдения требований безопасности; расследование происшествий и микротравм; проведение внутренних аудитов. Правила управления профессиональными рисками прямо предусматривают идентификацию и оценку профессиональных рисков, разработку корректирующих мер, контроль и мониторинг[2].

Средства индивидуальной защиты.

СИЗ являются важнейшим, но не единственным элементом защиты. Они должны применяться в тех случаях, когда остаточный риск сохраняется после использования технических и организационных мер. Для работников энергетических цехов могут применяться: защитные каски; защитные очки и лицевые щитки; спецодежда; защитная обувь; диэлектрические перчатки; диэлектрические ковры и другие электрозащитные средства; средства защиты органов слуха; средства защиты органов дыхания; страховочные системы при работе на высоте; защитные средства от теплового воздействия.

Совершенствование системы управления профессиональными рисками в АО «Qarmet»

С учетом особенностей энергетических подразделений целесообразно развивать систему управления профессиональными рисками по принципу непрерывного цикла: Идентификация → оценка → снижение → контроль → мониторинг → повторная оценка. На первом этапе формируется реестр опасностей. Для каждого рабочего места необходимо определить выполняемые операции, используемое оборудование, источники энергии, возможные отклонения технологического режима и потенциальные последствия. Второй этап предусматривает количественную или качественную оценку риска. На третьем этапе разрабатывается план мероприятий по снижению риска. При этом мероприятия должны ранжироваться в зависимости от эффективности. Четвертый этап связан с контролем фактического выполнения мероприятий. Пятый этап предполагает постоянный мониторинг

состояния риска. Повторная оценка необходима при изменении технологического процесса, оборудования, организации работ, состава персонала, после аварий и несчастных случаев, а также при выявлении новых опасностей.

Динамика и результативность профилактических мероприятий.

Фактические данные позволяют связать изменение уровня травматизма с развитием системы управления безопасностью. В масштабах Республики Казахстан после увеличения числа пострадавших с 2 133 человек в 2021 году до 2 670 человек в 2023 году произошло снижение до 2 471 в 2024 году и 2 328 в 2025 году [15–17]. В Карагандинской области снижение было еще более выраженным: с 496 пострадавших в 2023 году до 277 в 2025 году, то есть на 44,2% [16–17]. В Угольном департаменте АО «Qarmet» за 11 месяцев 2024 года количество производственных травм снизилось до 20 против 111 за аналогичный период 2023 года, то есть на 82,0%[18]. Однако наличие тяжелых и смертельных случаев показывает, что управление рисками должно быть ориентировано не только на сокращение общего количества происшествий, но и на предотвращение событий с потенциально катастрофическими последствиями.

Цифровизация управления рисками.

Одним из перспективных направлений для крупного промышленного предприятия является цифровизация системы охраны труда. АО «Qarmet» сообщает о применении электронной системы SMS H&S Audit Reporting, развитии системы выявления потенциально смертельных действий, угроз и ситуаций, а также использовании тренажеров, наставничества и цифровых инструментов контроля [11]. В 2024 году в Угольном департаменте был введен диспетчерско-аналитический центр, предназначенный для оперативного контроля производственных процессов и консолидации информации с шахт. Система позиционирования позволяет отслеживать местонахождение работников в режиме реального времени и повышать скорость реагирования при нештатных ситуациях [19–20]. В дальнейшем цифровая система управления рисками может предусматривать создание единой базы профессиональных рисков, в которой для каждого рабочего места отображаются: перечень опасностей; уровень риска; действующие меры защиты; ответственные лица; сроки выполнения мероприятий; результаты проверок; выявленные нарушения; микротравмы; аварийные ситуации; результаты производственного контроля. Это позволит перейти от периодического контроля к оперативному и, в перспективе, предиктивному управлению рисками.

Анализ потенциально смертельных событий.

Особое внимание следует уделять событиям, которые еще не привели к травме, но при небольшом изменении обстоятельств могли бы стать смертельными.

Например, если работник оказался в опасной зоне движущегося механизма, но травмы не произошло, событие не должно рассматриваться как несущественное. Оно свидетельствует о наличии барьера, который оказался недостаточно эффективным. Следовательно, система управления должна учитывать не только фактические несчастные случаи, но и: near miss — потенциально опасные происшествия; unsafe act — небезопасные действия; unsafe condition — небезопасные условия; микротравмы; отказ защитных устройств; нарушения нарядно-допускной системы; неисправности оборудования.

Роль человеческого фактора.

Даже технически совершенная система безопасности может оказаться недостаточно эффективной при наличии человеческих ошибок. В энергетических цехах цена ошибки особенно высока. Основными факторами, способствующими ошибкам персонала, могут быть: усталость; высокая продолжительность смены; недостаточная подготовка; дефицит времени; нарушение коммуникации; недостаток информации; сложность технологического процесса; несоответствие инструкций реальным условиям работы; чрезмерная уверенность опытного работника; давление производственных показателей. Поэтому обучение работников должно быть ориентировано не только на запоминание инструкций, но и на практическое

распознавание опасностей. Эффективными являются: практические тренировки; тренажеры; моделирование аварийных ситуаций; разбор реальных происшествий; ситуационные задачи; проверка практических навыков; наставничество. АО «Qarmet» указывает на использование тренажера для работ на высоте, проведение тренингов, наставничество и развитие «жизненно важных правил». [11]. Важным элементом культуры безопасности является право работника остановить работу, если он считает ее небезопасной. Такой подход позволяет выявлять опасности до наступления происшествия. Контроль эффективности управления профессиональными рисками

Оценка эффективности системы должна осуществляться по совокупности показателей. Запаздывающие показатели: количество несчастных случаев; количество смертельных случаев; коэффициент частоты травматизма; коэффициент тяжести; количество профессиональных заболеваний; количество аварий. Опережающие показатели: количество выявленных опасностей; количество проведенных аудитов; процент закрытия корректирующих мероприятий; количество сообщений о потенциально опасных ситуациях; выполнение графиков обучения; результаты проверок знаний; техническое состояние защитных устройств; выполнение планов производственного контроля. Использование только показателей травматизма недостаточно. Низкое количество несчастных случаев не всегда означает низкий уровень риска.

Анализ динамики. Фактическая статистика Казахстана показывает, что максимальный показатель травматизма за рассматриваемый период был зарегистрирован в 2023 году — 2 670 случаев. В 2024 году он снизился до 2 471 случая, а в 2025 году — до 2 328 [15–17].

При этом структура травм остается важным индикатором характера опасностей. В 2025 году: 591 человек получил закрытые переломы; 450 — поверхностные травмы; 264 — травмы от сотрясения и повреждения внутренних органов; 182 — другие переломы; 133 — открытые переломы; 127 — термические ожоги [17].

Таблица 7 — Отдельные виды производственных травм в Республике Казахстан

Вид травмы	2023 г., чел.	2025 г., чел.	Изменение
Закрытые переломы	611	591	−3,3%
Поверхностные травмы	507	450	−11,2%
Сотрясения и травмы внутренних органов	276	264	−4,3%
Открытые переломы	138	133	−3,6%
Термические ожоги	102	127	+24,5%

Данные таблицы показывают, что общая тенденция снижения травматизма не распространяется одинаково на все виды травм. Наиболее заметным исключением являются термические ожоги, количество которых увеличилось на 24,5% по сравнению с 2023 годом. Для энергетических цехов данный показатель является особенно значимым, поскольку воздействие горячего пара, воды, поверхностей оборудования и тепловой энергии относится к числу характерных опасностей энергетического производства. Поэтому снижение общего числа травм должно сопровождаться анализом структуры происшествий и выявлением тех видов травм, которые сохраняют либо увеличивают свою частоту.

Дополнительно целесообразно применять показатели:

Кэфф = Nвып / Nплан × 100 %,

где: Nвып — количество выполненных мероприятий; Nплан — количество запланированных мероприятий. Показатель своевременности: Ксв = Nсвоевр / Nвып × 100 %. Такая система позволяет оценивать не только наличие планов, но и фактическую результативность управления рисками.

Практические рекомендации. Для повышения эффективности управления профессиональными рисками в энергетических цехах АО «Qarmet» целесообразно реализовать следующие мероприятия. 1. Создать актуальный реестр профессиональных рисков Реестр должен формироваться отдельно по профессиям, рабочим местам и технологическим операциям. 2. Проводить повторную оценку рисков при изменениях. Оценка должна пересматриваться после модернизации оборудования, изменения технологии, аварии, несчастного случая или выявления новой опасности. Такой подход соответствует действующей риск-ориентированной модели управления профессиональными рисками [2]. 3. Повысить роль технических мероприятий. Приоритет необходимо отдавать автоматизации, блокировкам, ограждениям, дистанционному управлению и системам диагностики. Практика Qarmet показывает, что компания уже реализует цифровые и технические проекты в сфере безопасности, включая камеры с ИИ и системы позиционирования. [19–20] 4. Усилить контроль электрических рисков. Необходимо систематически контролировать состояние изоляции, заземления, защитных устройств, блокировок, электроизмерительных приборов и организацию допуска к работам. [3]. 5. Развивать систему предотвращения смертельных происшествий. Для каждого сценария с потенциально смертельными последствиями должны быть определены критические барьеры и ответственные за их исправность. 6. Совершенствовать обучение. Теоретическое обучение следует дополнять тренажерами и практическим моделированием аварийных ситуаций. 7. Развивать цифровой контроль. Электронная система управления рисками должна обеспечивать автоматическое отслеживание выявленных нарушений, сроков устранения и повторных проверок. 8. Использовать данные о near miss. Каждое потенциально опасное событие должно рассматриваться как источник информации для профилактики. 9. Контролировать фактическое использование СИЗ. Недостаточно выдать СИЗ — необходимо оценивать их соответствие опасности, исправность, срок эксплуатации и правильность применения[14]. 10. Формировать культуру безопасности Безопасность должна восприниматься как обязательная часть производственного процесса, а не как дополнительное требование службы охраны труда.

Заключение.

Проведенный анализ показывает, что энергетические цеха металлургического предприятия относятся к рабочим зонам с комплексным воздействием опасных и вредных производственных факторов. Основными профессиональными рисками являются поражение электрическим током, воздействие электрической дуги, термические ожоги, травмирование движущимися механизмами, падение с высоты, воздействие шума и вибрации, химические факторы, пожаро- и взрывоопасные ситуации, а также риски, связанные с человеческим фактором.

Анализ фактических статистических данных показывает, что производственный травматизм в Казахстане в 2021–2023 гг. увеличился с 2 133 до 2 670 случаев, после чего снизился до 2 471 случая в 2024 году и 2 328 случаев в 2025 году. В целом за 2023–2025 гг. снижение составило 12,8%. [15–17].

Положительная динамика наблюдается и в Карагандинской области. Количество пострадавших при несчастных случаях снизилось с 496 человек в 2023 году до 277 человек в 2025 году, то есть на 44,2%. Однако область продолжает занимать одно из ведущих мест в Казахстане по абсолютному числу пострадавших[16–17] .

Опубликованные данные по Угольному департаменту АО «Qarmet» также показывают существенное снижение числа зарегистрированных производственных травм: с 111 случаев за 11 месяцев 2023 года до 20 случаев за аналогичный период 2024 года, или на 82,0%. Вместе с тем среди 20 случаев 2024 года один был смертельным, а 17 — тяжелыми[18].

Это показывает важную особенность оценки профессиональных рисков: снижение количества происшествий само по себе не означает пропорционального снижения риска тяжелых последствий. Поэтому при управлении рисками энергетических цехов необходимо

отдельно анализировать сценарии, способные привести к смерти или тяжелой травме. Дополнительным важным показателем является структура травм. В 2025 году в Казахстане было зарегистрировано 591 случай закрытых переломов, 450 поверхностных травм, 264 травмы от сотрясения и повреждения внутренних органов, 133 открытых перелома и 127 термических ожогов. При этом число термических ожогов увеличилось с 102 случаев в 2023 году до 127 в 2025 году, или на 24,5%. [16–17]

Для энергетических подразделений данный факт имеет особое значение, поскольку термическое воздействие является одним из характерных профессиональных рисков при эксплуатации паропроводов, тепловых сетей, теплообменного оборудования, котельных установок и другого тепломеханического оборудования. Для эффективного управления указанными рисками необходимо применять системный подход, соответствующий требованиям законодательства Республики Казахстан. Действующие Правила управления профессиональными рисками предусматривают последовательное выполнение процедур идентификации, оценки, разработки корректирующих мероприятий, контроля и мониторинга[2] . Для энергетических подразделений особое значение имеют требования безопасности при эксплуатации электроустановок и тепломеханического оборудования. Безопасность должна обеспечиваться сочетанием технических, организационных и санитарно-гигиенических мероприятий.

Наиболее эффективным является применение иерархии управления рисками, при которой приоритет отдается устранению опасности, автоматизации и техническим средствам защиты. Инструктажи и средства индивидуальной защиты являются необходимыми, однако не должны рассматриваться как основной способ компенсации недостатков технологической системы. Для АО «Qarmet» перспективным направлением является дальнейшее развитие цифровых инструментов управления охраной труда. Компания уже сообщает о внедрении электронной системы SMS H&S Audit Reporting, проекта выявления потенциально смертельных действий, систем позиционирования работников, видеокамер с интеграцией ИИ и других технических решений [11, 19–20, 22-27]

В частности, внедрение систем позиционирования позволяет отслеживать местонахождение работников в режиме реального времени и повышать эффективность реагирования при чрезвычайных ситуациях [19–21]. Важнейшим условием повышения эффективности системы является переход от реагирования на уже произошедшие происшествия к их предупреждению. Для этого необходимо регулярно анализировать не только статистику травматизма, но и потенциально опасные события, микротравмы, нарушения барьеров безопасности, технические неисправности и результаты аудитов. Таким образом, комплексная оценка и управление профессиональными рисками в энергетических цехах АО «Qarmet» должны рассматриваться как непрерывный процесс, интегрированный в производственную деятельность.

Результаты проведенного анализа позволяют сделать вывод, что сочетание количественной оценки рисков, анализа фактической динамики травматизма, цифровизации контроля, технической модернизации оборудования и развития культуры безопасности создает основу для дальнейшего снижения профессиональных рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V ЗРК. Информационно-правовая система «Әділет».
2. Об утверждении Правил управления профессиональными рисками: приказ Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан от 11 сентября 2020 года № 363. Информационно-правовая система «Әділет». В редакции приказа Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан от 28 мая 2026 года № 211.

3. Об утверждении Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок: приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 253.
4. Об утверждении Правил техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей: приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 234.
5. Об утверждении Правил пожарной безопасности для энергетических предприятий: приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 20 февраля 2015 года № 123.
6. Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей: постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2012 года № 1352.
7. Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к зданиям и сооружениям производственного назначения»: приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 3 августа 2021 года № ҚР ДСМ-72.
8. Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к объектам промышленности»: приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 11 февраля 2022 года № ҚР ДСМ-13.
9. Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к осуществлению производственного контроля»: приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 7 апреля 2023 года № ҚР ДСМ-36.
10. Об утверждении Правил обязательной периодической аттестации производственных объектов по условиям труда: приказ Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 28 декабря 2015 года № 1057.
11. АО «Qarmet». Безопасность и охрана труда. Официальный информационный ресурс АО «Qarmet».
12. АО «Qarmet». Общая инструкция по безопасности и охране труда для всех работающих в АО «Qarmet» ИБОТ 140-01-24. Темиртау, 2024.
13. Об утверждении критериев оценки степени риска и проверочных листов в области электроэнергетики и теплоэнергетики: нормативные правовые акты Республики Казахстан. Информационно-правовая система «Әділет».
14. Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, санитарно-бытовыми помещениями, устройствами и лечебно-профилактическими средствами. Информационно-правовая система «Әділет».
15. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. О травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях в Республике Казахстан (2023 г.). Астана, 2024.
16. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Статистические данные о производственном травматизме за 2024 год.
17. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. О травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях в Республике Казахстан (2025 г.). Астана, 2026.
18. Федерация профсоюзов Республики Казахстан. Данные о производственном травматизме в Угольном департаменте АО «Qarmet» за 11 месяцев 2023–2024 гг. Материалы заседания Республиканской трехсторонней комиссии.
19. Казахстанская правда. На угольных шахтах АО «Qarmet» внедряется система позиционирования. 16 января 2025 г.
20. Tengrinews. Форум «Территория безопасности» в Темиртау: новые подходы. 2025.
21. QARMET. Материалы о внедрении цифровых решений в области промышленной безопасности: видеокамеры с интеграцией ИИ и система позиционирования работников. 2025.

22. Гельманова З.С., Lisiecka K. Идентификация и действия в отношении ключевых рисков в деятельности компании // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 1. С. 114-118;URL: https://applied-research.ru/article/view?id=11107
23. Gelmanova, Z.S., Petrovskaya, A.S., Batyrbek, A.E. and Fayez Vazani, A.V., 2024. Risk-management: Study guide. Almaty: Adal Kitap.-202c.
24. Gelmanova, Z.S., 2016. Organization of vocational training in production. International Journal of Experimental Education, (8), p.17–21.
25. Гельманова З.С., Конакбаева А.Н. Теория и практика энергоменеджмента: Монография.- Алматы, ТОО Лантар Трейд,2020.- 313с.
26. Гельманова З.С., Батырбек А., Фаейз Вазани А.В., Петроская А.С. Менеджмент качества с элементами цифровизации и искусственного интеллекта в контексте промышленного производства/ Учебное пособие.- Алматы Adal- KITAP, 2025- 152с.
27. Гельманова З.С. Стандартизация и управление качеством/ Учебное пособие.- Алматы: Лантар Трейд,2022- 162с.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089513

УПРАВЛЕНИЕ ОПАСНЫМИ ВИДАМИ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕХАХ АО «QARMET»

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

КЛИМЕНКО ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

НАБИЕВ МАКСАТ ЕРЛАНОВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

ИБРАЕВ ЕРЖАН ТАЛЬКЕНОВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы управления опасными видами энергии в энергетических цехах АО «Qarmet» как одного из основных направлений обеспечения безопасности работников крупного металлургического предприятия. Энергетические цеха характеризуются наличием большого количества источников энергии, включая электрическую, тепловую, механическую, гидравлическую, пневматическую, химическую и потенциальную энергию. Неконтролируемое высвобождение указанных видов энергии при эксплуатации, техническом обслуживании, ремонте и наладке оборудования способно привести к тяжелым травмам, авариям, пожарам и другим опасным последствиям.*

Актуальность рассматриваемой проблемы подтверждается статистикой производственного травматизма. По данным Бюро национальной статистики Республики Казахстан, количество пострадавших в результате несчастных случаев, связанных с трудовой деятельностью, с утратой трудоспособности на один рабочий день и более составило 2670 человек в 2023 году, 2471 человек в 2024 году и 2328 человек в 2025 году [7; 10]. Таким образом, за 2023–2025 годы показатель снизился на 12,8%. Положительная динамика наблюдается и в АО «Qarmet»: в 2024 году количество травм с временной утратой трудоспособности снизилось на 64% по сравнению с 2023 годом, а за первые пять месяцев 2025 года было зарегистрировано 22 случая [8; 9].

Целью статьи является разработка комплексного подхода к управлению опасными видами энергии на рабочих местах энергетических подразделений АО «Qarmet». Рассмотрены основные источники опасной энергии, характерные сценарии ее неконтролируемого высвобождения, существующие организационные и технические методы защиты, а также предложены мероприятия по совершенствованию системы управления.

Особое внимание уделено применению принципа изоляции источников энергии перед началом ремонтных и технических работ. Рассмотрены процедуры отключения, блокировки и маркировки оборудования, проверки отсутствия энергии, снятия остаточной энергии и последующего безопасного ввода оборудования в эксплуатацию.

Нормативной основой исследования являются законодательные и нормативные правовые акты Республики Казахстан в сфере охраны труда, промышленной и энергетической безопасности, в том числе Трудовой кодекс Республики Казахстан [1], Правила управления профессиональными рисками [2], Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок [3], а также нормативные документы в области эксплуатации энергетического оборудования [4–6].

Предложенный подход позволяет перейти от реагирования на последствия происшествий к системному предупреждению травматизма путем выявления источников

энергии, оценки связанных с ними рисков, установления критических защитных барьеров и постоянного контроля их эффективности.

Ключевые слова: *опасная энергия, управление энергией, энергетический цех, охрана труда, безопасность труда, электрическая энергия, тепловая энергия, механическая энергия, гидравлическая энергия, пневматическая энергия, изоляция энергии, блокировка, маркировка, АО «Qarmet», профессиональный риск.*

Введение.

Современное металлургическое производство представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных технологических процессов, функционирование которых невозможно без надежного энергоснабжения. Электрическая энергия обеспечивает работу электродвигателей, насосов, компрессоров, систем автоматики и технологического оборудования. Тепловая энергия используется для нагрева, производства пара, горячей воды и поддержания технологических режимов. Сжатый воздух обеспечивает работу пневматического оборудования, а гидравлическая энергия используется в приводах, прессах и различных механизмах.

Энергетические цеха крупных металлургических предприятий отличаются высокой концентрацией оборудования, работающего под напряжением, давлением, температурой и механической нагрузкой. При этом потенциальная опасность возникает не только во время нормальной эксплуатации, но и особенно при техническом обслуживании, ремонте, диагностике, очистке, наладке и устранении неисправностей.

Одной из наиболее серьезных причин производственного травматизма является неожиданное высвобождение энергии. Работник может считать оборудование отключенным, однако внутри системы может сохраняться электрическое напряжение, давление, температура, кинетическая энергия вращающихся деталей или потенциальная энергия поднятого груза. Если перед началом работ эти источники не были выявлены и надежно изолированы, вероятность тяжелого происшествия существенно возрастает.

Актуальность проблемы подтверждается динамикой производственного травматизма в Республике Казахстан. По данным Бюро национальной статистики, количество пострадавших в результате несчастных случаев, связанных с трудовой деятельностью, с утратой трудоспособности на один рабочий день и более составило 2670 человек в 2023 году, 2471 человек в 2024 году и 2328 человек в 2025 году [7; 10]. Таким образом, за рассматриваемый период количество пострадавших уменьшилось на 342 человека, или на 12,8%.

При этом производственный травматизм остается значимой проблемой для крупных промышленных предприятий. В 2024 году на предприятия горно-металлургического комплекса приходилось 18,3% всех пострадавших в результате производственных несчастных случаев [15]. Это обусловливает необходимость дальнейшего совершенствования систем управления профессиональными рисками в металлургической отрасли.

Показательной является динамика производственного травматизма непосредственно в АО «Qarmet». По данным Правительства Республики Казахстан, при общей численности работников компании около 35 тыс. человек в 2024 году было зарегистрировано 48 случаев травм с временной утратой трудоспособности, что на 64% меньше показателя 2023 года. За первые пять месяцев 2025 года было зарегистрировано 22 таких случая [8; 9].

Существенное снижение наблюдалось и в угольном департаменте АО «Qarmet». За 11 месяцев 2024 года здесь было зарегистрировано 20 производственных травм, включая один смертельный, 17 тяжелых и два легких случая, тогда как за аналогичный период 2023 года было зарегистрировано 111 случаев [11]. Таким образом, снижение составило около 82%.

Несмотря на положительную динамику, тяжелые происшествия показывают, что абсолютное снижение количества травм не означает устранения критических рисков. Наиболее тяжелым происшествием стала авария на шахте имени Костенко 28 октября 2023 года, в результате которой погибли 46 горняков [16]. В 2024 году на объектах АО «Qarmet»

также произошли смертельные происшествия. В частности, 25 августа 2024 года при выполнении демонтажных работ на ЛПЦ-2 погибли два работника подрядной организации [13]. Данные происшествия подчеркивают необходимость управления не только фактическими травмами, но и потенциально смертельными сценариями. В связи с этим современная система охраны труда должна рассматривать управление опасной энергией как самостоятельное направление производственной безопасности.

Трудовой кодекс Республики Казахстан предусматривает необходимость управления профессиональными рисками [1]. Правила управления профессиональными рисками устанавливают систему, включающую идентификацию и оценку рисков, разработку корректирующих мер, контроль и мониторинг [2]. С 12 июля 2026 года действует новая редакция указанных Правил, утвержденная приказом Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан от 28 мая 2026 года № 211 [2].

Для энергетических подразделений особое значение имеют Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 253 [3]. Для электроустановок потребителей применяются соответствующие Правила, утвержденные приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 19 марта 2015 года № 222 [4].

Цель исследования заключается в разработке системного подхода к управлению опасными видами энергии в энергетических цехах АО «Qarmet».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: определить основные виды опасной энергии, присутствующие в энергетических цехах; выявить основные сценарии ее неконтролируемого высвобождения; рассмотреть организационные и технические методы управления энергией; разработать последовательность безопасной изоляции оборудования; предложить мероприятия по совершенствованию системы управления опасной энергией.

Понятие опасной энергии и ее значение для энергетических цехов.

Под опасной энергией целесообразно понимать любую форму энергии, которая при неконтролируемом высвобождении может привести к травмированию человека, повреждению оборудования или возникновению аварийной ситуации. Особенность опасной энергии заключается в том, что ее наличие может быть неочевидным для работника. Оборудование может визуально находиться в остановленном состоянии, однако внутри него продолжает сохраняться энергия. Например, отключение электродвигателя от управляющего выключателя еще не означает полного отсутствия электрической энергии. Аналогично закрытие клапана трубопровода не всегда гарантирует отсутствие давления в изолированном участке.

Практическое значение идентификации опасных факторов подтверждается происшествиями на объектах АО «Qarmet». Так, 22 марта 2024 года при испытании вентиляционной системы шахты имени Ленина автоматическими датчиками было выявлено повышение концентрации углекислого газа. В результате были эвакуированы 70 работников [12]. Данный случай показывает, что опасные факторы могут проявляться не только во время ремонта, но и при испытаниях, наладке и проверке технологических систем. Поэтому идентификация опасной энергии должна проводиться до начала любых работ, связанных с изменением штатного состояния оборудования. В энергетических цехах можно выделить следующие основные виды энергии: электрическую; механическую; тепловую; гидравлическую; пневматическую; химическую; потенциальную; энергию давления; энергию сжатых или растянутых элементов;

комбинированную энергию технологических систем. Особую опасность представляют ситуации, когда несколько видов энергии действуют одновременно.

Например, насос может обладать электрической энергией в питающей сети, механической энергией вращающегося ротора, гидравлической энергией рабочей среды и тепловой энергией нагретой жидкости. Поэтому при подготовке оборудования к ремонту необходимо учитывать все возможные источники энергии, а не только основной.

Основные опасные виды энергии. Электрическая энергия.

Электрическая энергия является одной из наиболее значимых опасностей энергетических цехов. Источниками электрической энергии являются: распределительные устройства; трансформаторы; электродвигатели; кабельные линии; генераторы; аккумуляторные установки; конденсаторные установки; электрические шкафы; системы автоматизации.

Поражение электрическим током возможно при непосредственном контакте с токоведущими частями, повреждении изоляции, ошибочном включении оборудования, появлении наведенного напряжения или ошибочной идентификации отключаемого оборудования. Дополнительным фактором риска является электрическая дуга. При ее возникновении работник может подвергаться воздействию высокой температуры, интенсивного светового излучения, расплавленного металла и ударной волны.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок Республики Казахстан распространяются на персонал, выполняющий эксплуатацию, ремонт, монтаж, наладку и испытания электроустановок [3]. Для электроустановок потребителей применяются требования, установленные отдельными Правилами [4]. Поэтому управление электрической энергией должно включать: определение всех источников электропитания; отключение;

предотвращение ошибочного включения; проверку отсутствия напряжения; установку заземлений в необходимых случаях; ограждение рабочего места; применение предупреждающих плакатов; использование электрозащитных средств.

Механическая энергия присутствует практически во всех энергетических машинах. Основными источниками являются: вращающиеся валы; вентиляторы; насосы; компрессоры; электродвигатели; турбомашины; редукторы; муфты; подъемные механизмы. Даже после отключения электродвигателя вращающиеся части могут продолжать движение по инерции. Таким образом, прекращение подачи электрической энергии не всегда означает мгновенное исчезновение механической энергии. Перед началом ремонта необходимо обеспечить полную остановку оборудования и исключить возможность его самопроизвольного движения. В зависимости от конструкции применяются: тормозные устройства; механические фиксаторы; стопорные устройства; блокировки; ограждения; устройства предотвращения движения.

Тепловая энергия представляет значительную опасность при эксплуатации паровых, водогрейных и других тепломеханических систем. Источниками могут являться: паропроводы; горячая вода; теплообменники; котельное оборудование; нагретые поверхности; технологические газы; горячие масла.

Даже после отключения оборудования температура внутренних поверхностей и рабочей среды может оставаться высокой в течение длительного времени. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования предусматривают требования к безопасному выполнению соответствующих работ [5]. Поэтому безопасная подготовка оборудования к ремонту должна предусматривать: прекращение подачи тепла; изоляцию оборудования; снижение давления; охлаждение; слив рабочей среды при необходимости; контроль температуры; проверку отсутствия остаточной энергии.

Гидравлическая энергия возникает в системах, содержащих жидкости под давлением. К таким системам относятся: гидравлические приводы; насосные установки; трубопроводы; гидроцилиндры; системы охлаждения; системы водоснабжения.

Опасность заключается в возможности внезапного перемещения исполнительного механизма или выброса жидкости под высоким давлением. Даже после остановки насоса давление может сохраняться в трубопроводе или гидравлическом цилиндре. Для безопасной работы необходимо: отключить источник давления; перекрыть соответствующую арматуру; сбросить давление;

проверить отсутствие давления; установить механические фиксаторы при необходимости.

Пневматические системы используют энергию сжатого воздуха. Источниками опасности являются: компрессоры; ресиверы; пневмоприводы; пневмоцилиндры; воздушные магистрали; пневматические инструменты. Даже после отключения компрессора сжатый воздух может оставаться в системе. При разрушении элемента пневмосистемы возможно резкое высвобождение энергии, способное вызвать движение деталей, выброс элементов конструкции или травмирование работников. Поэтому перед ремонтом необходимо не только отключить подачу воздуха, но и обеспечить безопасный сброс остаточного давления.

Потенциальная энергия особенно опасна при выполнении ремонтных работ. Источниками могут быть: поднятые грузы; элементы оборудования, находящиеся на высоте; натянутые пружины; противовесы; подвешенные конструкции; поднятые крышки и люки. Например, если оборудование поднято краном и удерживается только грузоподъемным механизмом, прекращение работы привода не гарантирует его неподвижность. Для исключения риска применяются механические опоры, фиксаторы и другие устройства, способные удерживать оборудование независимо от источника энергии.

Основные сценарии неконтролируемого высвобождения энергии.

Опасное высвобождение энергии может произойти вследствие различных причин.

Таблица 1 — Основные сценарии неконтролируемого высвобождения энергии

Источник энергии	Возможное событие	Возможные последствия
Электрическая	Ошибочное включение	Поражение током, электрическая дуга
Электрическая	Повреждение изоляции	Поражение током
Механическая	Самопроизвольное движение	Удар, защемление
Тепловая	Выход пара или горячей среды	Ожоги
Гидравлическая	Сброс давления	Травмирование, выброс жидкости
Пневматическая	Разгерметизация	Удар, выброс деталей
Потенциальная	Падение груза	Тяжелая травма
Давление	Разрушение оборудования	Авария, травмирование
Химическая	Утечка вещества	Отравление, ожог
Комбинированная	Аварийное разрушение	Тяжелые или смертельные последствия

Фактические происшествия на объектах АО «Qarmet» подтверждают необходимость анализа потенциальной энергии и механических факторов. Так, в марте 2024 года работник шахты «Саранская» погиб при сборке оборудования перед монтажом; по предварительным данным, причиной стал обрыв болта крепления оборудования [14]. Другим примером является происшествие 25 августа 2024 года на металлургическом комбинате Qarmet, где при выполнении демонтажных работ в ЛПЦ-2 погибли два работника подрядной организации [13]. Наиболее тяжелым примером является авария на шахте имени Костенко 28 октября 2023 года, в результате которой погибли 46 человек [16]. Масштаб данной трагедии показал необходимость управления потенциально смертельными сценариями еще до возникновения аварии. Наиболее опасными являются ситуации, в которых работник начинает ремонт без полной идентификации всех источников энергии. Например, при ремонте насосного агрегата работник может отключить электродвигатель, но не учесть давление в трубопроводе. При демонтаже оборудования — это способно привести к неожиданному выбросу рабочей среды. Следовательно, основной принцип безопасной работы заключается в том, что остановка оборудования не равнозначна устранению опасной энергии**.**

Эффективная система управления опасной энергией должна состоять из последовательных этапов: Идентификация → отключение → изоляция → блокировка → маркировка → снятие остаточной энергии → проверка → выполнение работ →

восстановление системы. Каждый этап имеет самостоятельное значение и должен быть связан с системой управления профессиональными рисками предприятия [2]. Перед началом работ необходимо определить: оборудование; технологическую схему; все источники питания;

запорную арматуру; электрические вводы; механические связи; давление; температуру; потенциальную энергию. Особенно важно учитывать альтернативные источники питания. Например, электрическая установка может иметь основной и резервный ввод, систему автоматического включения резерва, автономное питание автоматики или другие источники. Если один источник остается активным, оборудование нельзя считать полностью изолированным.

После идентификации источников осуществляется их отключение. Отключение должно производиться уполномоченным и подготовленным персоналом в установленной последовательности с учетом требований действующих нормативных документов [3–5]. Блокировка предназначена для предотвращения ошибочного или случайного восстановления подачи энергии.

Для этого могут применяться: замки; блокировочные устройства; механические фиксаторы; электрические блокировки; специальные приспособления. Принципиально важно, чтобы блокировка была физической, а не только административной. Например, табличка «Не включать — работают люди» информирует персонал об опасности, но сама по себе не исключает возможность ошибочного включения. Поэтому при возможности должна применяться физическая блокировка. Маркировка позволяет идентифицировать лицо, ответственное за блокировку, и предупредить других работников о выполняемых работах. На информационной бирке целесообразно указывать: фамилию и инициалы работника; подразделение; дату; характер выполняемой работы; оборудование; запрет на снятие блокировки посторонними лицами.

Один из наиболее важных этапов — устранение энергии, которая остается в системе после ее отключения. Остаточная энергия может сохраняться в виде: давления; температуры; электрического заряда; вращения; поднятого оборудования; сжатой пружины; жидкости в трубопроводе; пара; сжатого воздуха. Например, после отключения электрического оборудования в конденсаторах может сохраняться электрический заряд. В гидравлическом цилиндре может сохраняться давление. В трубопроводе может оставаться горячая жидкость. Поэтому после отключения необходимо обеспечить безопасное рассеивание или удержание остаточной энергии. После отключения и блокировки необходимо убедиться, что опасная энергия действительно устранена. Проверка является критически важным этапом. Для электрических установок применяется проверка отсутствия напряжения в установленном порядке [3]. Для пневматических и гидравлических систем проверяется отсутствие давления. Для теплового оборудования контролируется температура.

Для механических систем проверяется отсутствие движения. Таким образом, принцип безопасной работы можно сформулировать следующим образом:

«Не считать энергию отсутствующей до тех пор, пока ее отсутствие не проверено». Это особенно важно при сложных технологических схемах, где визуальное состояние оборудования не всегда позволяет определить его фактическое энергетическое состояние. Технические средства должны дополняться организационными процедурами.

Правила управления профессиональными рисками Республики Казахстан устанавливают системный порядок идентификации и оценки рисков, принятия корректирующих мер, контроля и мониторинга [2].

В АО «Qarmet» действует Общая инструкция по безопасности и охране труда ИБОТ 140-01-24, издание 7, утвержденная в апреле 2024 года [18]. Документ распространяется в том числе на работников сторонних организаций и предусматривает требования к организации безопасного выполнения работ [18]. Это особенно важно с учетом того, что одно из смертельных происшествий 2024 года произошло с работниками подрядной организации [13].

Для энергетических цехов целесообразно разработать отдельный стандарт предприятия по управлению опасной энергией. Наибольшая вероятность контакта с опасной энергией возникает при проведении ремонта. В процессе нормальной эксплуатации оборудование обычно закрыто защитными кожухами, ограждениями и другими устройствами. При ремонте защитные барьеры временно снимаются. Поэтому ремонтная деятельность должна рассматриваться как работа с повышенным риском. Перед ремонтом целесообразно проводить специальную оценку: Что может привести оборудование в движение? Какая энергия может попасть в рабочую зону? Какая энергия остается после отключения? Каким способом она будет устранена? Как будет проверено отсутствие энергии? Такой подход позволяет заранее определить возможные сценарии происшествий. Особую сложность представляют работы, выполняемые несколькими работниками или ремонтными бригадами.

В такой ситуации существует риск, что один работник снимет блокировку, считая работу завершенной, в то время как другой работник еще находится в опасной зоне. Поэтому при групповых работах необходимо обеспечить персональную защиту каждого работника. Практическим решением является использование системы индивидуальных замков. Каждый работник устанавливает собственную блокировку. Оборудование не может быть возвращено в эксплуатацию до тех пор, пока все работники не сняли свои персональные замки. Такой принцип позволяет исключить ситуацию, при которой решение одного человека создает угрозу для другого.

Даже наличие технических устройств не гарантирует абсолютной безопасности. Частыми причинами нарушения процедур могут быть: недостаточная подготовка; усталость; спешка. Особенно опасна мысль: «Это оборудование всегда отключаем таким способом». При сложных технологических системах каждая операция должна выполняться на основании актуальной схемы и фактического состояния оборудования. Поэтому обучение персонала должно включать практические упражнения по: идентификации источников энергии; чтению технологических схем; использованию блокировочных устройств; проверке отсутствия энергии; действиям при аварийном восстановлении энергии; работе по наряду-допуску.

Для крупного металлургического предприятия целесообразно сформировать единую систему управления опасными видами энергии, применимую ко всем энергетическим подразделениям. Предлагаемая система может включать следующие уровни. Первый уровень — реестр источников энергии. Для каждого оборудования необходимо создать перечень всех потенциальных источников энергии.

Таблица 2 — Пример идентификации источников энергии

Оборудование	**Электрическая**	**Механическая**	**Тепловая**	**Давление**	**Потенциальная**
Насос	+	+	+	+	–
Компрессор	+	+	+	+	–
Трансформатор	+	–	+	–	–
Вентилятор	+	+	–	–	–
Гидропривод	+	+	+	+	+

Такая таблица должна быть адаптирована к конкретному оборудованию предприятия. Второй уровень — карта изоляции. Для каждого сложного оборудования должна существовать схема, показывающая: точки отключения;

запорную арматуру; электрические вводы; точки сброса давления; места установки блокировок; места контроля отсутствия энергии. Третий уровень — процедура безопасного выполнения работ. Для каждого типа ремонта должна быть разработана последовательность действий. Четвертый уровень — контроль

Необходимо проводить регулярные проверки правильности применения процедур. Пятый уровень — анализ происшествий. Любое нарушение процедуры должно анализироваться независимо от того, привело оно к травме или нет.

Перспективным направлением является цифровизация системы. В электронную систему могут быть включены: цифровые карты оборудования; реестр источников энергии; электронные разрешения на работы; контроль блокировок; фотографии состояния оборудования; регистрация проверок; история ремонтов; выявленные нарушения; результаты аудитов. Цифровая система может использовать цветовую индикацию: красный — энергия не изолирована; желтый — проводится подготовка; зеленый — энергия изолирована и работа разрешена. При этом цифровые инструменты не должны заменять физическую изоляцию. Электронная запись о том, что оборудование отключено, не является физическим барьером.

Для оценки эффективности управления опасной энергией рекомендуется применять как запаздывающие, так и опережающие показатели.

Таблица 3 — Динамика показателей производственного травматизма

Показатель	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Динамика
Пострадавшие в результате несчастных случаев в РК	2 670	2 471	2 328	−12,8%
Пострадавшие на крупных и средних предприятиях РК	2 244	2 100	1 941	−13,5%
Травмы в угольном департаменте Qarmet за 11 месяцев	111	20	—	−82,0%
Травмы с временной утратой трудоспособности в Qarmet	2023 г. — базовый показатель	48	22*	существенное снижение
Погибшие в аварии на шахте им. Костенко	46	—	—	—

* За первые пять месяцев 2025 года.

Представленная динамика свидетельствует о положительной тенденции снижения производственного травматизма. Вместе с тем наличие тяжелых и смертельных происшествий показывает, что для оценки эффективности системы необходимо использовать не только абсолютное количество травм, но и опережающие показатели.

Для повышения уровня безопасности энергетических цехов АО «Qarmet» предлагается: Разработать единый корпоративный стандарт управления опасной энергией. Составить реестр всех источников энергии по основным единицам оборудования[19-24]. Разработать карты изоляции для сложных энергетических систем. Внедрить единые требования к блокировке и маркировке. Обеспечить персональными блокировочными устройствами работников, участвующих в ремонте. Проводить обязательную проверку отсутствия энергии перед началом работ. Включить опасную энергию в процедуры оценки профессиональных рисков. Проводить практические тренировки работников. Регулярно проверять техническое состояние блокировочных устройств. Анализировать потенциально опасные происшествия и нарушения процедур. Внедрять цифровой учет блокировок и разрешений на выполнение работ. Распространить требования управления энергией на подрядные организации. Проводить периодические аудиты соблюдения процедур. Учитывать человеческий фактор при разработке технологических карт. Установить принцип обязательной остановки работы при возникновении сомнений в безопасности. Ежегодно анализировать динамику производственного травматизма по подразделениям и видам опасной энергии.

Отдельно учитывать происшествия и потенциально опасные события, связанные с электрической, механической, тепловой, гидравлической и пневматической энергией. Для

критически важного энергетического оборудования разработать карты изоляции с указанием всех точек отключения и сброса остаточной энергии. Включить проверку выполнения процедур изоляции энергии в программу внутренних аудитов. Учитывать результаты анализа травматизма 2023–2025 годов при ежегодном пересмотре профессиональных рисков. Для подрядных организаций установить обязательное подтверждение выполнения процедур безопасной изоляции энергии до начала ремонтных работ. Создать базу потенциально смертельных сценариев, связанных с неконтролируемым высвобождением энергии, и использовать ее при обучении персонала.

Заключение. Управление опасными видами энергии является одним из ключевых элементов обеспечения безопасности работников энергетических цехов АО «Qarmet». Специфика металлургического производства заключается в одновременном присутствии нескольких источников энергии, поэтому простое отключение оборудования не всегда обеспечивает безопасные условия выполнения ремонтных и технических работ. Анализ фактических данных показывает положительную динамику производственной безопасности как в Республике Казахстан в целом, так и в АО «Qarmet». В Казахстане количество пострадавших в результате несчастных случаев, связанных с трудовой деятельностью, снизилось с 2670 человек в 2023 году до 2471 человека в 2024 году и 2328 человек в 2025 году [7; 10]. Снижение за рассматриваемый период составило 12,8%.

В АО «Qarmet» в 2024 году было зарегистрировано 48 случаев травм с временной утратой трудоспособности, что на 64% меньше показателя 2023 года. За первые пять месяцев 2025 года было зарегистрировано 22 случая [8; 9].

Еще более существенная положительная динамика отмечена в угольном департаменте компании: количество производственных травм за первые 11 месяцев снизилось со 111 случаев в 2023 году до 20 случаев в 2024 году, то есть приблизительно на 82% [11]. Однако достигнутые результаты не исключают наличия критических рисков. Авария на шахте имени Костенко в октябре 2023 года, приведшая к гибели 46 работников [16], а также смертельные происшествия 2024 года на объектах АО «Qarmet» [13; 14] показывают, что отдельные сценарии могут иметь катастрофические последствия.

Наиболее значимыми видами энергии являются электрическая, механическая, тепловая, гидравлическая, пневматическая и потенциальная энергия. Каждая из них имеет собственные механизмы воздействия на человека, однако общим фактором риска является возможность ее неожиданного и неконтролируемого высвобождения. Основным принципом безопасного выполнения работ должен стать принцип полной изоляции энергии. Он предусматривает последовательное выявление источников энергии, отключение, физическую изоляцию, блокировку, маркировку, устранение остаточной энергии и обязательную проверку фактического отсутствия опасного воздействия.

Для электрических установок требования безопасности устанавливаются действующими Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок Республики Казахстан [3]. Для электроустановок потребителей применяются соответствующие требования, установленные приказом № 222 [4].

Системный подход к управлению опасной энергией должен быть интегрирован в общую систему управления профессиональными рисками предприятия. Действующие Правила управления профессиональными рисками предусматривают идентификацию и оценку рисков, разработку корректирующих мер, контроль и мониторинг [2], что создает нормативную основу для включения управления опасной энергией в систему охраны труда предприятия.

Для АО «Qarmet» целесообразно развивать единый корпоративный подход, распространяющийся на все энергетические подразделения и подрядные организации. Такой подход должен предусматривать единые требования к идентификации источников энергии, блокировке, маркировке, проверке отсутствия энергии, групповым работам и восстановлению оборудования.

Особое значение имеет развитие культуры безопасности. Работник должен не просто знать инструкцию, а понимать физическую природу опасности и уметь ответить на три основных вопроса**:** какая энергия присутствует, каким образом она может высвободиться и как доказать, что она безопасно изолирована**.**

Внедрение системы управления опасными видами энергии позволит снизить вероятность тяжелых и смертельных происшествий, повысить надежность проведения ремонтных работ, усилить производственную дисциплину и сформировать более высокий уровень культуры безопасности.

Таким образом, управление опасной энергией необходимо рассматривать не как отдельную процедуру охраны труда, а как неотъемлемую часть управления производственными процессами и профессиональными рисками АО «Qarmet».

ЛИТЕРАТУРА

1. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V ЗРК. Информационно-правовая система «Әділет». ИПС «Әділет» — Трудовой кодекс Республики Казахстан
2. Об утверждении Правил управления профессиональными рисками: приказ Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан от 11 сентября 2020 года № 363, с изменениями, внесенными приказом от 28 мая 2026 года № 211. Информационно-правовая система «Әділет». Правила управления профессиональными рисками
3. Об утверждении Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок: приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 253. Информационно-правовая система «Әділет». Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок
4. Об утверждении Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей: приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 19 марта 2015 года № 222. Информационно-правовая система «Әділет». Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей
5. Об утверждении Правил техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей: приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 234.
6. Нормативные правовые акты Республики Казахстан в области промышленной, энергетической и пожарной безопасности. Информационно-правовая система «Әділет».
7. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Данные о травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях за 2023–2025 годы. Бюро национальной статистики — статистика производственного травматизма
8. Правительство Республики Казахстан. Материалы по вопросам промышленной безопасности и охраны труда, включая показатели АО «Qarmet». Материалы Правительства РК по безопасности труда
9. Правительство Республики Казахстан. Данные о производственном травматизме в АО «Qarmet»: 48 случаев в 2024 году и 22 случая за первые пять месяцев 2025 года. Материалы по производственному травматизму
10. Бюро национальной статистики Республики Казахстан. Динамика производственного травматизма за 2023–2025 годы. Официальная статистика БНС РК
11. Федерация профсоюзов Республики Казахстан. Данные о производственном травматизме в угольном департаменте АО «Qarmet» за 11 месяцев 2024 года. Материалы gov.kz о производственном травматизме
12. Официальное сообщение о нештатной ситуации на шахте имени Ленина АО «Qarmet» 22 марта 2024 года. Материалы gov.kz о ситуации на шахте имени Ленина

13. Kazinform. Два человека погибли на металлургическом комбинате Qarmet, 25 августа 2024 года. Kazinform — происшествие на Qarmet
14. Казахстанская правда. Рабочий Qarmet погиб при сборке оборудования, 12 марта 2024 года. Казахстанская правда — происшествие на Qarmet
15. Министерство труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Данные о производственном травматизме по отраслям экономики за 2024 год. Материалы о производственном травматизме
16. Kazinform. Год трагедии на шахте имени Костенко: 46 погибших горняков и мероприятия по повышению промышленной безопасности Qarmet. Kazinform — шахта имени Костенко и промышленная безопасность Qarmet
17. АО «Qarmet». Официальные материалы по безопасности и охране труда, включая проекты по выявлению потенциально смертельных действий, угроз и ситуаций и оценке подрядных организаций. Официальный сайт АО «Qarmet»
18. АО «Qarmet». Общая инструкция по безопасности и охране труда для всех работающих в АО «Qarmet», ИБОТ 140-01-24, издание 7, 2024 г. Материалы Qarmet по безопасности и охране труда
19. Гельманова З.С., Lisiecka K. Идентификация и действия в отношении ключевых рисков в деятельности компании // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.2017.№1С.114-118;
URL: https://applied-research.ru/article/view?id=11107
20. Gelmanova, Z.S., Petrovskaya, A.S., Batyrbek, A.E. and Fayez Vazani, A.V., 2024. Risk-management: Study guide. Almaty: Adal Kitap.-202c.
21. Gelmanova, Z.S., 2016. Organization of vocational training in production. International Journal of Experimental Education, (8), p.17–21.
22. Гельманова З.С., Конакбаева А.Н. Теория и практика энергоменеджмента: Монография.- Алматы, ТОО Лантар Трейд,2020.- 313с.
23. Гельманова З.С., Батырбек А., Файез Вазани А.В., Петровская А.С. Менеджмент качества с элементами цифровизации и искусственного интеллекта в контексте промышленного производства/ Учебное пособие.- Алматы Adal- KITAP, 2025- 152с.
24. Гельманова З.С. Стандартизация и управление качеством/ Учебное пособие.- Алматы: Лантар Трейд,2022- 162с.

UDC 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089516

VISUALIZATION OF THE INTEREST-BASED SYSTEM (RIBA) AND ITS ECONOMIC AND SOCIAL CONSEQUENCES: ISLAMIC ALTERNATIVES USING AFGHANISTAN AS A CASE STUDY

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA
Candidate of Economic Sciences, Professor, Russian Academy of Natural Sciences (Karaganda Industrial University), Temirtau, Kazakhstan

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Master's degree, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

SHIRZAD KHALID
Master's student, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

Abstract. *The interest-based financial system (Riba) is an important issue in Islamic economics because of its economic and social implications. This study aims to visualize the scientific literature on Riba, its consequences, and Islamic financial alternatives, with particular attention to Afghanistan. A bibliometric analysis of 173,439 publications indexed in the Web of Science database for 2020–2025 was conducted using VOSviewer 1.6.15. The analysis identified major research themes through keyword co-occurrence. The results highlight financial inclusion, growth, poverty, income inequality, Islamic finance, Islamic banking, entrepreneurship, economic development, digital financial inclusion, microfinance, fintech, and sustainability as dominant themes. The findings show that research on Islamic finance extends beyond religious and legal aspects to issues of financial access, social welfare, and economic development. For Afghanistan, the study emphasizes the importance of developing an effective Islamic financial system supported by product diversification, Sharia governance, risk management, digitalization, financial literacy, and appropriate supervision. The study concludes that Islamic finance can support financial inclusion, productive investment, entrepreneurship, poverty reduction, and sustainable economic growth.*

Key words*: Riba; Islamic finance; Islamic banking; financial inclusion; economic development; poverty; entrepreneurship; digital financial inclusion; Afghanistan; VOSviewer.*

The interest-based financial system (Riba) is a fundamental topic in Islamic economics because of its economic, social, and ethical implications for individuals, financial institutions, and society. In Afghanistan, where Islamic finance has gained increasing importance as an alternative to conventional interest-based banking, the discussion on Riba and Sharia-compliant financial practices has become highly relevant for sustainable economic development and financial inclusion [1]. Understanding the existing research on Riba, its consequences, and Islamic financial alternatives is essential for identifying the main concepts, research gaps, and emerging trends in this field.

This section aims to visualize the scientific literature on the interest-based system (Riba), its economic and social consequences, and Islamic alternatives using Afghanistan as a case study through VOSviewer software. A bibliometric visualization approach was employed to analyze the co-occurrence of keywords and their relationships, enabling the identification of dominant research clusters, thematic networks, and knowledge structures. The resulting visualization provides valuable insights into the major research themes and supports future studies and policy discussions on Islamic finance and interest-free economic systems in Afghanistan.

We exported metadata from 173,439 publications from the Web of Science (WoS) database using the following query: "TITLE: ("Riba"OR " usury "OR "interest-based system" OR "interest-based finance" OR "interest-based banking" OR "interest-bearing loans" OR "conventional banking" OR "conventional financial system" OR "interest-based economy" OR "Islamic finance" OR "Islamic

banking" OR "Islamic financial system" OR "Islamic economics" OR "Sharia-compliant finance" OR "interest-free banking" OR "Islamic monetary system" OR "Islamic financial institutions" OR "Islamic microfinance" OR "participatory finance" OR "profit-and-loss sharing"OR " Murabaha "OR " Mudarabah "OR " Musharakah "OR " Ijarah "OR " Sukuk "OR " Takaful" OR "economic consequences" OR "social consequences" OR "economic impact" OR "social impact" OR "economic development" OR "financial inclusion"OR " poverty "OR " inequality "OR "unemployment "OR "inflation "OR " investment "OR " entrepreneurship "OR " sustainability "OR "welfare "OR " justice" OR "Afghanistan "OR "Afghan "OR " Islamic Emirate of Afghanistan"), timespan: 2020–2025. Indexes: SCI - EXPANDED, SSCI, CPCI - S, ESCI. The construction of a network of co-occurrence of keywords and their clustering was carried out using the VOSviewer 1.6.15 program [2].

The minimum occurrence of keywords selected for consideration was four. The total number of keywords in the 173,439 publications considered (Authors and Keywords Plus generated by WoS) is 3,012. The number of keywords that appear at least 4 times is 295, and further analysis was carried out on them.

To reduce the number of clusters into which keywords (KW) are aggregated, an additional restriction has been introduced: at least 100 KW per cluster.

Table 1 presents the visualization of the interest-based system (Riba), its economic and social consequences, and Islamic alternatives in Afghanistan. The analysis focuses on identifying the major research themes, dominant keywords, and relationships among key concepts related to Riba, Islamic finance, economic development, social welfare, financial inclusion, and Sharia-compliant financial alternatives. Using VOSviewer, the bibliographic data were analyzed and visualized to identify research clusters and connections, providing a clearer understanding of the existing research landscape and the main areas of academic interest concerning interest-free financial systems in the context of Afghanistan.

Table 1- 40 most frequently occurring keywords in a sample of 173,439 metadata

Keyword	N-kw	Keyword	N-kw	Keyword	N-kw	Keyword	N - kw
financial inclusion	216	performance	47	unemployment	33	trade	24
growth	115	banking	46	consumption	32	reduction	23
impact	100	islamic banking	46	economic growth	28	poverty reduction	23
poverty	97	entrepreneurship	42	model	28	panel	22
income inequality	72	inflation	38	fintech	27	education	22
islamic finance	69	economic development	37	innovation	27	environmental sustainability	22
inequality	63	digital financial inclusion	35	co2 emissions	26	empirical-evidence	21
economic-growth	58	income	34	risk	26	services	21

access	54	panel-data	33	institutions	25	cointegration	20
determinants	53	microfinance	33	countries	25	financial development	20

Notes: keyword is the name of the term; N-kw is the occurrence of the term.

The dominant keywords are related to the topic, its financial inclusion, growth, impact, poverty, income inequality, islamic finance, inequality, economic-growth, access, determinants, performance, banking, islamic banking, entrepreneurship, inflation, economic development, digital financial inclusion, income, panel-data, and microfinance.

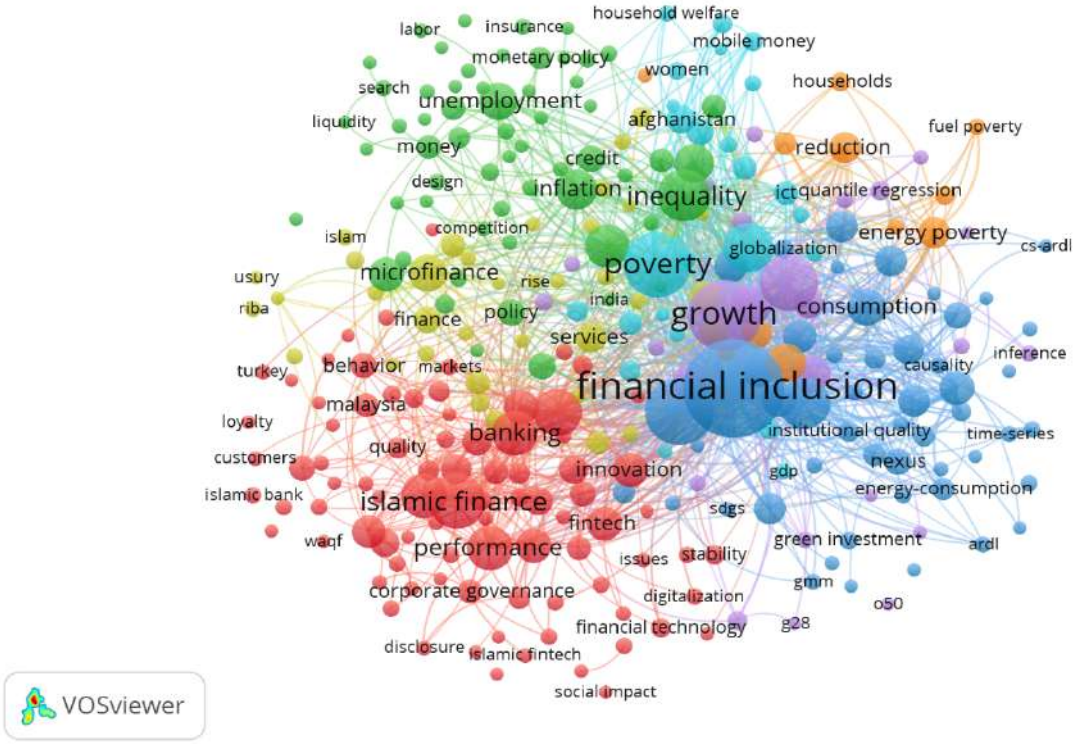


Figure 1- Keyword Co-Occurrence Network Visualization: 295 Most Frequent Terms in 173,439 Publications

If we consider separately the keywords of the authors themselves, then with a total number of 2,098KW, 122KW occur at least four times, while the total number of keywords plus (Keywords Plus) generated by the WoS platform is 1,170 KW and those encountered more than four times are 177KW.

Table 2 - Comparison of the 30 most common keywords used by publication authors and WoS platform keywords

Author Keywords	N-kw	Keywords Plus	N-kw
financial inclusion	216	energy poverty	21
islamic finance	68	sustainable development	18
poverty	67	poverty reduction	18

income inequality	51	microfinance	16
islamic banking	45	islamic microfinance	15
entrepreneurship	39	education	15
inequality	38	financial development	14
economic development	37	poverty alleviation	13
digital financial inclusion	35	g21	13
inflation	33	africa	12
unemployment	28	monetary policy	12
economic growth	28	welfare	11
sustainability	25	financial stability	10
fintech	23	developing countries	10
environmental sustainability	22	sukuk	10

Table 2 presents the result of a comparison of the 30 most common keywords of publication authors and keywords of the WoS platform. It shows that authors often use more general terms to classify their publications: financial inclusion, islamic finance, poverty, income inequality, islamic banking, entrepreneurship, inequality, economic development, digital financial inclusion, inflation, unemployment, economic growth, sustainability, fintech, and environmental sustainability.

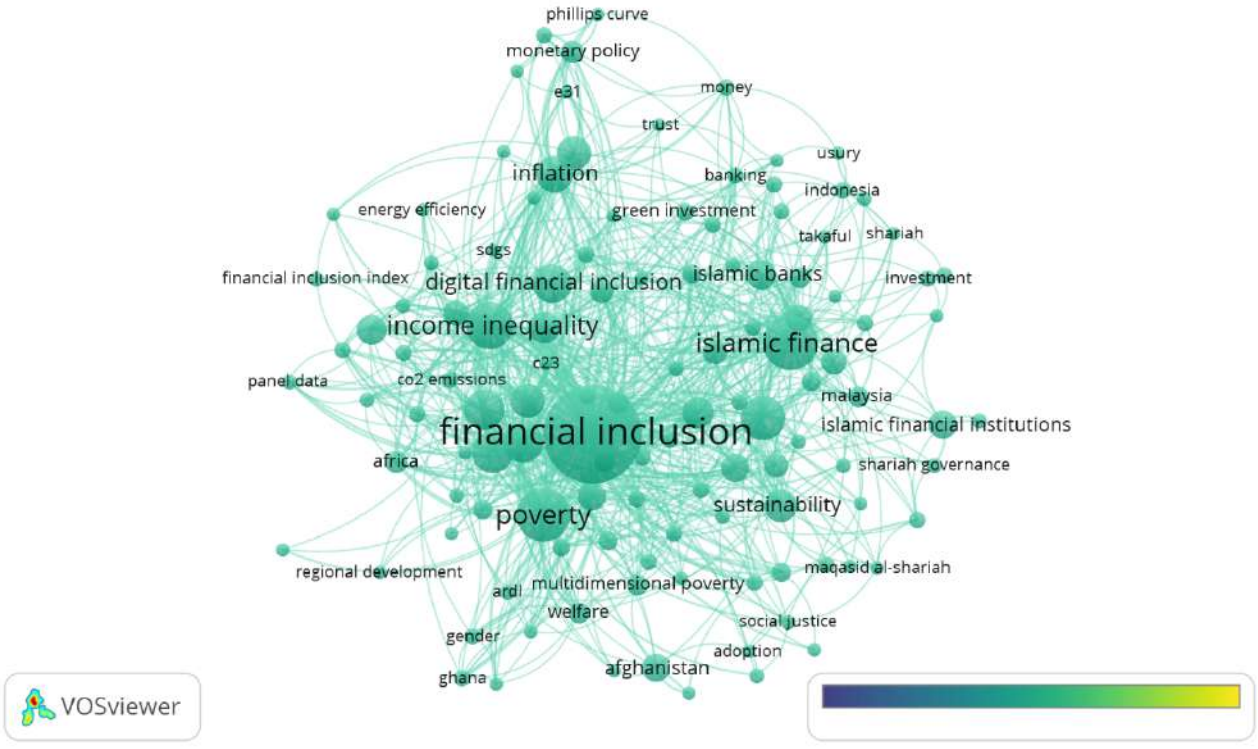


Figure 2- Overlay Visualization of 30 Most Common Keywords: Author-Assigned vs. WoS-Generated Terms

The Web of Science (WoS) platform also generates a list of "Keywords Plus" based on the analysis of the full texts of publications. These terms often describe the topic from a broader perspective than the authors' original keywords. In this case, the dominant terms include: growth, impact, access, economic-growth, determinants, consumption, performance, panel-data, banking, poverty, empirical-evidence, co2 emissions, countries, inequality, reduction, panel, cointegration, income, model, and services, which collectively provide a deeper insight into the implementation of the themes addressed by the authors' keywords [3].

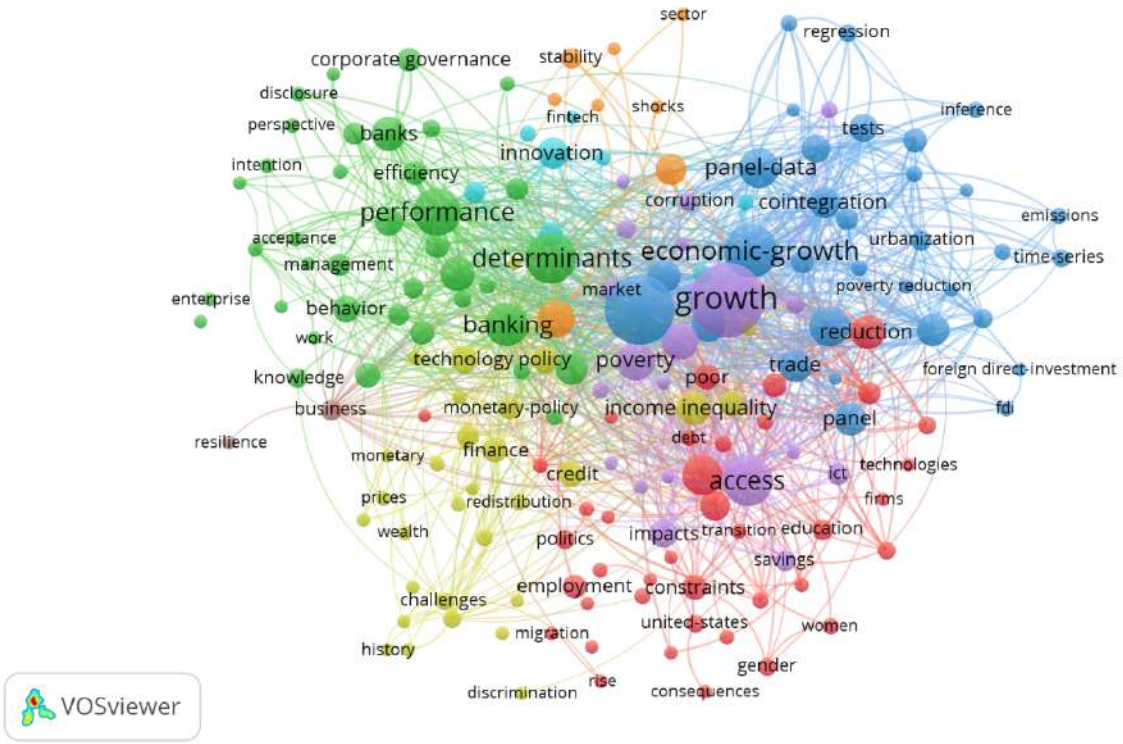


Figure 3- Keywords Plus Co-Occurrence Network Visualization: 177 Most Frequent in 173,439 Publications

This is also reflected in the clustering of author keywords, WoS platform keywords and the sum of these keywords. Clustering is based on the co-occurrence of keywords in a publication; the clustering algorithm is described in detail in the VOSviewer 1.6.15 user manual. Identification of the dominant keywords in each cluster allows us to reduce bias in the further collection of scientific publications on a narrower issue, for example, to compile a systematic review. A well-known problem of narrow specialists: they see their topic well, overestimate the importance of key terms close to them and tend to underestimate other people's topics. At the same time, a significant part of innovations is implemented at the intersection of research areas.

The present study provides a comprehensive bibliometric visualization of the scientific literature concerning the interest-based financial system (Riba), its economic and social consequences, and Islamic financial alternatives, with particular emphasis on Afghanistan as a case study. The issue is highly relevant because financial systems influence not only the availability and cost of capital but also investment, entrepreneurship, household welfare, poverty, income distribution, financial inclusion, and economic development. In the Afghan context, the transition from conventional interest-based banking toward Islamic finance has created a particularly important research and policy environment in which questions of financial access, institutional capacity, product development, financial stability, and economic growth are closely interconnected. Recent evidence from Afghanistan indicates that the transition toward Islamic finance has been accompanied by

significant operational and institutional challenges, while the development of appropriate Sharia-compliant financial products remains important for restoring confidence and expanding financial inclusion [4].

The bibliometric analysis was conducted using metadata from 173,439 publications retrieved from the Web of Science database for the period 2020–2025. The search strategy incorporated a broad range of concepts associated with Riba, usury, interest-based finance, conventional banking, Islamic finance, Islamic banking, Islamic economics, Sharia-compliant finance, interest-free banking, Islamic microfinance, profit-and-loss sharing, Murabaha, Mudarabah, Musharakah, Ijarah, Sukuk, Takaful, economic development, financial inclusion, poverty, inequality, unemployment, inflation, investment, entrepreneurship, sustainability, welfare, justice, Afghanistan, and related concepts. VOSviewer 1.6.15 was used to construct the keyword co-occurrence network and identify the principal research clusters and relationships within the literature. The initial dataset contained 3,012 keywords, of which 295 appeared at least four times and were therefore selected for further analysis. An additional threshold of at least 100 keywords per cluster was applied to facilitate the interpretation of the thematic structure.

The results demonstrate that research concerning Islamic finance and the consequences of interest-based financial systems is highly interdisciplinary. The most frequently occurring keywords identified in the overall dataset include financial inclusion, growth, impact, poverty, income inequality, Islamic finance, inequality, economic growth, access, determinants, performance, banking, Islamic banking, entrepreneurship, inflation, economic development, digital financial inclusion, income, panel data, microfinance, innovation, sustainability, fintech, and environmental sustainability. Financial inclusion is the most frequently occurring term, with 216 occurrences, followed by growth with 115 occurrences, impact with 100 occurrences, poverty with 97 occurrences, income inequality with 72 occurrences, and Islamic finance with 69 occurrences. These results demonstrate that the scientific discussion extends considerably beyond the theological or legal dimensions of Riba and encompasses broader questions of economic development, social welfare, financial accessibility, and institutional performance.

The prominence of financial inclusion is particularly important for Afghanistan. Financial inclusion refers not simply to the existence of financial institutions but to the ability of households, entrepreneurs, and businesses to access appropriate and affordable financial services. In Afghanistan, limited trust in formal financial institutions, restricted access points, weak financial infrastructure, and the continuing transformation of the banking system have created substantial barriers to financial participation. The World Bank reports that the transition toward Islamic finance has become an important component of Afghanistan's financial-sector transformation, while limited access to formal banking continues to constrain financial inclusion [4]. Therefore, the high frequency of financial inclusion in the bibliometric network is consistent with the practical challenges facing Afghanistan's financial sector.

The relationship between Islamic finance and financial inclusion is also important because the availability of Sharia-compliant financial products can potentially attract individuals and businesses that are unwilling or unable to participate in conventional interest-based financial arrangements. Islamic finance is based on principles involving risk sharing, asset ownership, participation in real economic activities, and restrictions on excessive uncertainty and interest. The international literature indicates that Islamic finance has expanded significantly and that its principles of equity, participation, ownership, and risk sharing distinguish it from conventional financial intermediation [6]. Consequently, the development of an effective Islamic financial system in Afghanistan may contribute to broader participation in the formal financial sector if appropriate products are designed for households, entrepreneurs, farmers, small businesses, and other underserved groups.

The strong appearance of poverty and income inequality among the dominant keywords further demonstrates the social dimension of the research field. Poverty occurs 97 times, while income inequality appears 72 times in the analyzed dataset. Inequality also appears 63 times. These findings indicate that researchers increasingly examine financial systems in relation to the distribution of

economic opportunities and welfare rather than evaluating banking performance in isolation. For Afghanistan, this perspective is especially relevant because access to productive finance can influence entrepreneurship, household income, employment creation, and investment. Islamic financial instruments based on trade, leasing, partnership, and profit-and-loss sharing may provide alternative mechanisms for financing productive activities when appropriately regulated and implemented.

The connection between Islamic banking and economic growth is another major theme identified by the analysis. Economic growth occurs 58 times among the dominant terms, while economic-growth appears separately with 28 occurrences. Islamic banking occurs 46 times, and economic development appears 37 times. The relationship between Islamic banking and economic growth has also been examined empirically in international research. Imam and Kpodar found a positive association between Islamic banking development and economic growth in a sample of low- and middle-income countries, even after controlling for other determinants of financial development [7]. This evidence does not imply that Islamic banking automatically generates growth; rather, it suggests that an appropriately developed Islamic financial sector can form part of the financial infrastructure supporting economic activity.

For Afghanistan, the relationship between Islamic finance and growth should therefore be considered within the broader institutional environment. Financial institutions require appropriate regulation, governance, risk-management capacity, human resources, reliable payment systems, and sufficient financial products to transform savings into productive investment. Afghanistan's recent transition has demonstrated that replacing interest-based products with Islamic alternatives is not simply a matter of changing terminology or contractual forms. It requires institutional restructuring, Sharia governance, product development, staff training, risk management, and appropriate supervisory arrangements. The World Bank reports that Afghanistan has introduced Islamic products including Murabaha, Musharakah, and Wakala, while the limited diversity of products and capacity constraints remain challenges for the expansion of Islamic finance [4].

The appearance of banking, Islamic banking, performance, and determinants among the major keywords further indicates that institutional performance is an important component of the research landscape. Islamic banks operate within financial environments that require effective liquidity management, credit-risk management, capital adequacy, governance, and supervision. International evidence suggests that the financial stability characteristics of Islamic banks can differ according to bank size and institutional conditions. Cihak and Hesse, using evidence from 18 banking systems with substantial Islamic banking activity, found that smaller Islamic banks tended to be financially stronger than larger Islamic banks, while larger commercial banks tended to be financially stronger than larger Islamic banks [8]. These findings demonstrate that the expansion of Islamic banking should be accompanied by appropriate risk-management and supervisory frameworks rather than being assessed only in terms of market growth.

Financial stability is therefore an essential dimension of the development of Islamic finance in Afghanistan. The transition toward an Islamic financial system must ensure that banks remain capable of mobilizing deposits, providing financing, managing liquidity, and maintaining confidence. International evidence also suggests that Islamic banking can demonstrate distinctive behavior during periods of financial stress. Farooq and Zaheer found, using evidence from Pakistan, that Islamic bank branches experienced lower deposit withdrawals during financial panics and continued to provide loans, suggesting that Islamic banking may contribute to financial inclusion and resilience under certain circumstances [9]. Although these findings cannot be directly generalized to Afghanistan, they provide a useful basis for examining whether appropriately designed Islamic financial institutions can contribute to financial-system resilience.

The keyword network also highlights microfinance as an important research theme. Microfinance appears 33 times among the dominant terms, while Islamic microfinance also appears in the Keywords Plus results. This is particularly significant for Afghanistan because small enterprises, self-employed individuals, farmers, and low-income households may not have sufficient collateral or financial histories to obtain conventional forms of bank financing. Islamic microfinance

can potentially provide alternative mechanisms through Sharia-compliant contracts designed for small-scale productive activities. The development of such instruments could contribute to financial inclusion if they are affordable, transparent, appropriately regulated, and adapted to the economic conditions of Afghan households and businesses.

The importance of digital financial inclusion is also clearly demonstrated by the bibliometric results. Digital financial inclusion appears 35 times among the dominant author-related terms, while fintech occurs 27 times and 23 times in the respective keyword classifications. This indicates that the future development of Islamic finance cannot be separated from technological transformation. Digital platforms, mobile financial services, electronic payments, fintech applications, and data-driven credit assessment can potentially reduce geographical barriers and make financial services more accessible to individuals living far from conventional bank branches.

For Afghanistan, digital Islamic finance could provide a particularly important opportunity because geographical dispersion, infrastructure limitations, and restricted access to physical financial institutions can make traditional banking costly and difficult. Digital platforms could facilitate access to Sharia-compliant savings, financing, payments, microfinance, and business services. However, digitalization should be accompanied by appropriate consumer protection, cybersecurity, data governance, financial literacy, and regulatory oversight. The objective should not simply be to digitize existing banking products but to develop accessible financial services that respond to the actual needs of households and enterprises.

The appearance of entrepreneurship, income, and access among the leading keywords further demonstrates the relationship between financial systems and productive economic activity. Entrepreneurship occurs 42 times, income 34 times, and access 54 times in the analyzed dataset. This indicates that financial research increasingly considers access to finance as an important determinant of entrepreneurial activity and economic opportunity. For Afghanistan, Islamic financing mechanisms could potentially support small and medium-sized enterprises, agricultural activities, trade, manufacturing, and service-sector businesses. Partnership-based instruments such as Musharakah and Mudarabah may be particularly relevant to productive investment because they conceptually connect financing returns with the performance of an underlying business activity.

At the same time, the development of Islamic finance should not be interpreted as a simple replacement of conventional interest-based loans with alternative contractual names. The effectiveness of Islamic finance depends on the quality of institutional implementation, transparency, governance, risk management, legal enforceability, Sharia compliance, and economic substance. The IMF emphasizes that Islamic finance can involve distinctive risks and that its rapid development requires appropriate risk-management and financial-sector policies [6]. Similarly, international evidence on Islamic banking regulation emphasizes the importance of effective regulatory and institutional frameworks for maintaining financial stability [10]. These findings are particularly relevant to Afghanistan, where the institutional capacity of the financial sector remains a critical factor in determining the success of the transition.

Inflation is another important theme, occurring 38 times among the dominant keywords, while monetary policy appears in the Keywords Plus results. The relationship between Islamic finance and monetary policy is complex because conventional monetary-policy instruments frequently rely on interest-based mechanisms. Therefore, countries operating substantial Islamic financial systems require appropriate Sharia-compliant liquidity-management and monetary-policy instruments. The IMF notes that Islamic banking creates particular challenges for liquidity management and money markets and that the development of suitable financial instruments is important for maintaining financial stability [10]. For Afghanistan, the development of an effective Islamic monetary and financial framework should therefore be considered together with the broader transformation of the banking system.

The appearance of environmental sustainability and CO2 emissions among the research themes also demonstrates the expanding scope of Islamic-finance research. Environmental sustainability occurs 22 times, while CO2 emissions appears 26 times. This indicates that contemporary research

increasingly connects financial systems with broader sustainable-development objectives. Islamic finance can potentially support sustainable investment when financing is directed toward productive economic activities, renewable energy, environmentally responsible enterprises, and socially beneficial projects. For Afghanistan, this perspective may be relevant to financing renewable energy, agricultural modernization, water infrastructure, small-scale manufacturing, and environmentally sustainable enterprises.

The comparison between author-assigned keywords and Keywords Plus further confirms the multidisciplinary nature of the field. Author-assigned keywords emphasize financial inclusion, Islamic finance, poverty, income inequality, Islamic banking, entrepreneurship, inequality, economic development, digital financial inclusion, inflation, unemployment, economic growth, sustainability, fintech, and environmental sustainability. In contrast, Keywords Plus identifies broader concepts including growth, impact, access, economic growth, determinants, consumption, performance, panel data, banking, poverty, empirical evidence, CO2 emissions, inequality, reduction, income, models, and services. The difference suggests that researchers approach the subject from multiple perspectives, including Islamic economics, banking, development economics, poverty reduction, digital finance, sustainability, and quantitative economic analysis.

The clustering results therefore provide an important conceptual foundation for understanding Riba and Islamic financial alternatives as a multidimensional research problem. Rather than examining Riba exclusively from a religious or legal perspective, the literature connects it with financial inclusion, economic growth, poverty, inequality, entrepreneurship, banking performance, inflation, digital finance, sustainability, and financial development. This broader perspective is particularly useful for Afghanistan because the effectiveness of an interest-free financial system ultimately depends on whether it can provide accessible, stable, productive, and sustainable financial services to households and businesses.

The findings also suggest that Afghanistan's Islamic financial system should be developed through an integrated framework combining financial inclusion, institutional development, product diversification, digitalization, risk management, entrepreneurship support, and sustainable economic development. Such a framework could include several interconnected components: Sharia-compliant retail banking; Islamic microfinance; SME financing; agricultural financing; digital Islamic financial services; payment infrastructure; Islamic investment products; financial literacy; Sharia governance; risk management; and effective financial supervision. The purpose of such a framework should be to connect financial-sector development with real economic activity rather than treating Islamic banking as an isolated institutional reform.

Particular attention should also be given to the diversification of Islamic financial products. Afghanistan's current Islamic-finance transition has introduced products such as Murabaha, Musharakah, and Wakala, but evidence indicates that product diversity remains limited and that the absence of longer-term instruments constrains financial intermediation [4]. Expanding the range of appropriately structured Sharia-compliant instruments could enable financial institutions to serve different categories of clients, including households requiring consumer finance, entrepreneurs requiring business capital, farmers requiring agricultural finance, and investors seeking long-term opportunities.

The development of Islamic finance should also be accompanied by improvements in financial literacy. The transition to new financial contracts requires customers to understand how Murabaha, Musharakah, Mudarabah, Wakala, Ijarah, and other instruments operate, including their costs, risks, rights, and obligations. Greater financial literacy could improve trust and reduce misunderstandings between financial institutions and customers. In Afghanistan, financial education could therefore become an important complementary policy instrument for improving financial inclusion and strengthening confidence in the formal financial system.

The results further indicate the need for future empirical research specifically focused on Afghanistan. Bibliometric analysis identifies the structure of the international research landscape, but it cannot by itself determine the actual economic effects of Islamic finance on Afghan households,

enterprises, poverty, inequality, investment, employment, or economic growth. Future research should therefore examine the availability and affordability of Islamic financial products, customer satisfaction, barriers to financial access, the performance of Islamic banks, the development of Islamic microfinance, the effects of digital financial services, and the relationship between Islamic financing and entrepreneurial activity.

Future studies should also investigate whether Islamic financial instruments can effectively support sectors with high development potential in Afghanistan. Agriculture, small and medium-sized enterprises, trade, renewable energy, manufacturing, and infrastructure could be examined as potential areas for Sharia-compliant investment. Such research should assess financing volumes, transaction costs, repayment or profit-sharing structures, business performance, employment generation, and the distribution of economic benefits among different stakeholders. Quantitative evidence of this type would help determine which Islamic financial instruments are most appropriate for Afghanistan's economic structure.

Another important direction for future research is the relationship between Islamic finance and digital transformation. The appearance of fintech and digital financial inclusion as important research themes suggests that technology will increasingly influence the future structure of financial services. Future studies could examine mobile Islamic banking, digital microfinance, electronic payment systems, digital identity, automated compliance mechanisms, blockchain-based transaction records, and data-driven financial services. These technologies could potentially improve transparency, reduce transaction costs, and expand financial access, although their implementation would require appropriate regulatory and technological infrastructure.

In addition, these findings demonstrate that the development of an Islamic and interest-free financial system in Afghanistan should be viewed as a comprehensive economic-development challenge rather than merely a banking-sector reform. The dominant VOSviewer themes—including financial inclusion, growth, impact, poverty, income inequality, Islamic finance, inequality, economic growth, access, Islamic banking, entrepreneurship, inflation, economic development, digital financial inclusion, microfinance, innovation, sustainability, and fintech—demonstrate the interconnected nature of the field. The literature suggests that successful Islamic financial development requires not only Sharia compliance but also effective institutions, financial stability, technological capacity, appropriate regulation, product diversity, financial literacy, and strong connections with productive economic activities. For Afghanistan, integrating these dimensions could provide a stronger conceptual and practical foundation for developing a financial system capable of supporting inclusion, entrepreneurship, poverty reduction, sustainable economic growth, and broader social welfare.

This study visualized the scientific literature on Riba, its economic and social consequences, and Islamic financial alternatives using Afghanistan as a case context. The bibliometric analysis of 173,439 Web of Science publications from 2020–2025 showed that the field is highly interdisciplinary. The main research themes include financial inclusion, economic growth, poverty, income inequality, Islamic finance, Islamic banking, entrepreneurship, microfinance, digital finance, and sustainability.

The results highlight the importance of financial inclusion and access to appropriate financial services. For Afghanistan, the development of Islamic financial instruments may provide alternative financing opportunities for households, entrepreneurs, farmers, and small businesses. However, the successful development of Islamic finance requires strong institutions, Sharia governance, product diversification, transparency, risk management, financial literacy, digital infrastructure, and effective supervision.Afghanistan's transition toward an interest-free financial system should be viewed as part of a broader economic-development process. An integrated and well-regulated Islamic financial system could contribute to financial inclusion, productive investment, entrepreneurship, poverty reduction, sustainable economic growth, and improved social welfare. Future research should further examine the actual effects of Islamic financial products and services on Afghanistan's economy and society.

LITERATURE

1. Chapra, M. U. (2000). The Future of Economics: An Islamic Perspective. Leicester, UK: The Islamic Foundation.
2. Gelmanova Z. S., Fayez Wazani A. W., Khapasov K. B. Visualization of the development of a methodology for automated analysis and support of cyberattack investigations using artificial intelligence methods with VOSviewer // In the World of Science and Education. — 2026. — Vol. 11, № 11. — P. 69–74. — URL: https://zenodo.org/records/18810763.
3. Gelmanova Z. S., Fayez Wazani A. W., Denezhkin A. A. Digital transformation of sales in the telecom sector: development and implementation of CRM systems using Freedom Mobile as an example; data visualization using VOSviewer // In the World of Science and Education. — 2025. — Vol. 11, № 11. — P. 69–74. — URL: https://zenodo.org/records/17213853.
4. World Bank. Afghanistan Development Update: Navigating Challenges and Opportunities. Washington, DC: World Bank, November 2025. The report examines Afghanistan's transition to Islamic finance, financial inclusion, Islamic banking products, microfinance, regulatory development, and challenges associated with the transformation of the financial sector.
5. World Bank. Afghanistan Development Update. Washington, DC: World Bank, April 2024. The report discusses the effects of Afghanistan's mandatory transition toward Islamic finance, including constraints on financial intermediation, banking-sector liquidity, credit provision, and the operational challenges associated with the transformation of financial institutions.
6. International Monetary Fund. An Overview of Islamic Finance. IMF Working Paper No. 2015/120. Washington, DC: International Monetary Fund, 2015. https://doi.org/10.5089/9781513590745.001.
7. Imam, P., & Kpodar, K. Is Islamic Banking Good for Growth? IMF Working Paper No. 2015/081. Washington, DC: International Monetary Fund, 2015. https://doi.org/10.5089/9781475569285.001.
8. Cihak, M., & Hesse, H. Islamic Banks and Financial Stability: An Empirical Analysis. IMF Working Paper No. 2008/016. Washington, DC: International Monetary Fund, 2008. https://doi.org/10.5089/9781451868784.001.
9. Farooq, M., & Zaheer, S. Are Islamic Banks More Resilient during Financial Panics? IMF Working Paper No. 2015/041. Washington, DC: International Monetary Fund, 2015. https://doi.org/10.5089/9781484380628.001.
10. International Monetary Fund. Ensuring Financial Stability in Countries with Islamic Banking. IMF Policy Paper. Washington, DC: International Monetary Fund, 2017. The report examines regulatory, governance, liquidity-management, and financial-stability requirements for countries operating Islamic banking systems.

UDC 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089518

VISUALIZATION OF DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED ASAFOETIDA (HING) VALUE CHAIN IN AFGHANISTAN FROM CULTIVATION TO EXPORT

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA
Candidate of Economic Sciences, Professor, Russian Academy of Natural Sciences (Karaganda Industrial University), Temirtau, Kazakhstan

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Master's degree, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

SHERZAD MOHAMMAD FERDAWS
Master's student, Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

Abstract. *This study examines the development of an integrated Asafoetida (Hing) value chain in Afghanistan from cultivation to export using bibliometric analysis and VOSviewer. Metadata from 494,420 Web of Science publications (2020–2025) were analyzed to identify key research themes and relationships. The results highlight strong connections between supply chain management, sustainability, resilience, logistics, quality, digital transformation, and international trade. The findings suggest that integrating cultivation, harvesting, processing, quality control, storage, packaging, transportation, and export activities can improve coordination, product quality, market access, and export competitiveness. Digital technologies can further support traceability, information sharing, forecasting, and supply chain coordination. The analysis also emphasizes the importance of collaboration among farmers, processors, traders, exporters, government institutions, and other value-chain stakeholders. Improving logistics and quality-management practices can reduce inefficiencies and strengthen the reliability of Asafoetida products in international markets. Sustainable production and resilient supply-chain practices can also contribute to rural development and income generation. Therefore, an integrated farm-to-export approach can help create greater economic value and strengthen Afghanistan's position in the international Asafoetida market. The study provides a conceptual basis for developing a sustainable, resilient, and digitally supported Asafoetida value chain in Afghanistan.*

Key words: *Asafoetida (Hing); value chain; supply chain management; agriculture; sustainability; logistics; digital transformation; export; Afghanistan.*

The development of an integrated asafoetida (hing) value chain is a crucial aspect of improving agricultural productivity, promoting rural livelihoods, and increasing the export competitiveness of Afghanistan, where asafoetida is recognized as one of the country's most valuable medicinal and aromatic plant products [1]. Establishing an efficient value chain that connects cultivation, harvesting, processing, quality control, marketing, and export can enhance product quality, reduce post-harvest losses, and create greater economic opportunities for farmers and exporters. Understanding the research landscape in this area is essential for identifying the major themes, research gaps, and emerging directions related to the sustainable development of the asafoetida sector.

This section aims to visualize the scientific literature on the development of an integrated asafoetida (hing) value chain in Afghanistan, from cultivation to export, using VOSviewer software. A bibliometric visualization approach was employed to analyze the co-occurrence of keywords and their relationships, enabling the identification of dominant research clusters, thematic networks, and knowledge trends. The visualization provides a comprehensive overview of the existing research and supports future studies and policy development for strengthening the asafoetida value chain in Afghanistan.

We exported metadata from 494,420 publications from the Web of Science (WoS) database using the following query: "TITLE:("asafoetida" OR "asafetida" OR "hing" OR "Ferula asafoetida" OR "Ferula assa-foetida" OR "Ferula foetida" OR "asafoetida resin"or"value chain" OR "value-chain" OR "agricultural value chain" OR "agrifood value chain" OR "supply chain" OR "supply-chain" OR "commodity chain" OR "value chain development" OR "cultivation" OR "cultivation practices" OR "production" OR "agricultural production" OR "farming" OR "harvesting" OR "processing" OR "post-harvest" OR "postharvest" OR "storage" OR "marketing" OR "commercialization" OR "market access" OR "trade" OR "export" OR "exports" OR "international trade" OR "export development" OR "Afghanistan" OR "Afghan"), timespan: 2020–2025. Indexes: SCI - EXPANDED, SSCI, CPCI - S, ESCI. The construction of a network of co-occurrence of keywords and their clustering was carried out using the VOSviewer 1.6.15 program [2].

The minimum occurrence of keywords selected for consideration was four. The total number of keywords in the 494,420 publications considered (Authors and Keywords Plus generated by WoS) is 4002. The number of keywords that appear at least 4 times is 369, and further analysis was carried out on them.

To reduce the number of clusters into which keywords (KW) are aggregated, an additional restriction has been introduced: at least 100 KW per cluster.

Table 1 presents the bibliometric visualization of the development of an integrated Asafoetida (Hing) value chain in Afghanistan, highlighting the interconnected research areas from cultivation and production to processing, marketing, and export. The visualization was generated using VOSviewer to identify key themes, keyword co-occurrence, and relationships within the scientific literature.

Table 1- 40 most frequently occurring keywords in a sample of 494,420 metadata

Keyword	N-kw	Keyword	N-kw	Keyword	N-kw	Keyword	N - kw
management	171	integration	55	collaboration	35	strategies	29
impact	155	resilience	54	supply chain integration	35	big data analytics	24
performance	147	firm performance	54	design	35	scale development	23
supply chain	157	dynamic capabilities	48	coordination	34	supply chain agility	23
sustainability	69	capabilities	41	technology	33	agility	23
supply chain resilience	68	logistics	41	information-technology	31	resource-based view	22
framework	66	antecedents	40	competitive advantage	31	moderating role	22
model	63	quality	40	information	31	industry	22
supply chain management	63	strategy	39	risk	30	operational performance	21
innovation	59	supply chain performance	37	block chain	30	mediating role	19

Notes: keyword is the name of the term; N-kw is the occurrence of the term.

The dominant keywords are related to the topic, its management, impact, performance, supply chain, sustainability, supply chain resilience, framework, model, supply chain management, innovation, integration, resilience, firm performance, dynamic capabilities, capabilities, logistics, antecedents, quality, strategy, and supply chain performance.

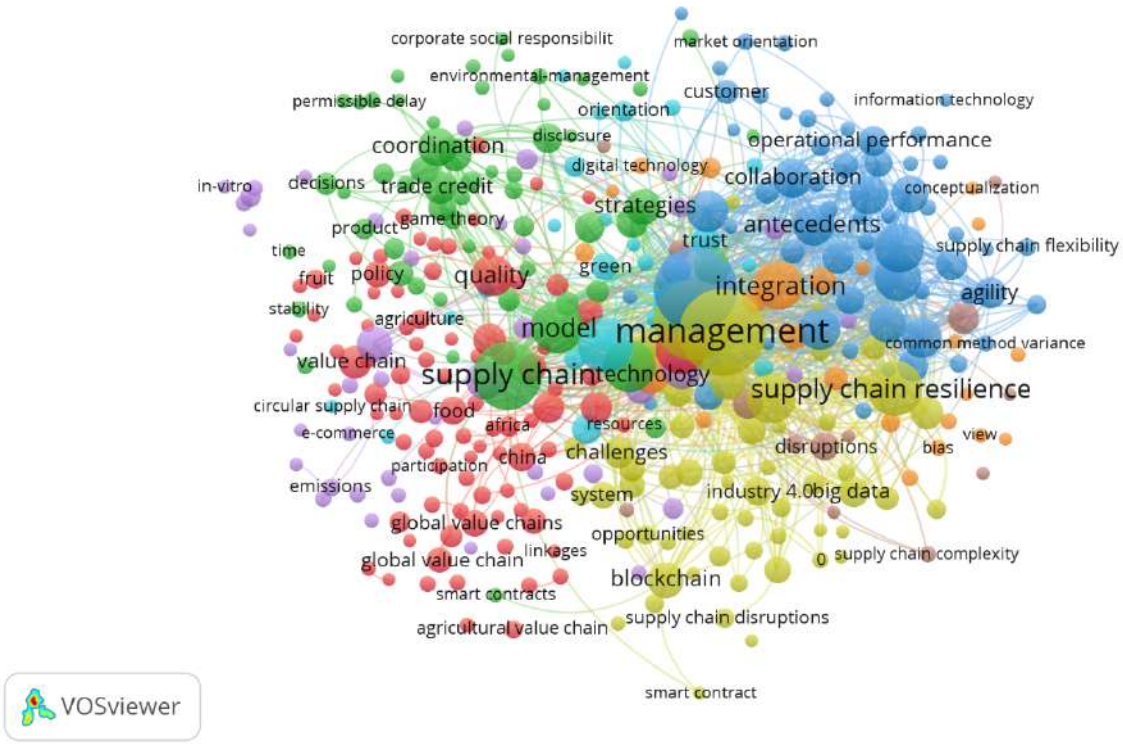


Figure 1- Keyword Co-Occurrence Network Visualization: 369 Most Frequent Terms in 494,420 Publications

If we consider separately the keywords of the authors themselves, then with a total number of 2,756KW, 157KW occur at least four times, while the total number of keywords plus (Keywords Plus) generated by the WoS platform is 1,548KW and those encountered more than four times are 221KW.

Table 2 - Comparison of the 30 most common keywords used by publication authors and WoS platform keywords

Author Keywords	N-kw	Keywords Plus	N-kw
supply chain	101	trade credit	16
supply chain resilience	68	artificial intelligence	14
supply chain management	63	performance	14
supply chain performance	37	supply chain digitalization	13

sustainability	37	firm performance	12
supply chain integration	35	international trade	12
resilience	27	industry 4.0	11
value chain	26	logistics	11
blockchain	23	digital supply chain	11
supply chain agility	23	information sharing	10
supply chains	23	sustainable development	10
supply chain finance	20	green supply chain management	10
supply chain collaboration	17	collaboration	9
risk management	16	manufacturing	9
digital transformation	16	literature review	9

Table 2 presents the result of a comparison of the 30 most common keywords of publication authors and keywords of the WoS platform. It shows that authors often use more general terms to classify their publications: supply chain, supply chain resilience, supply chain management, supply chain performance, blockchain, sustainability, supply chain integration, resilience, supply chain agility, supply chain collaboration, artificial intelligence, supply chains, risk management, digital transformation, and performance.

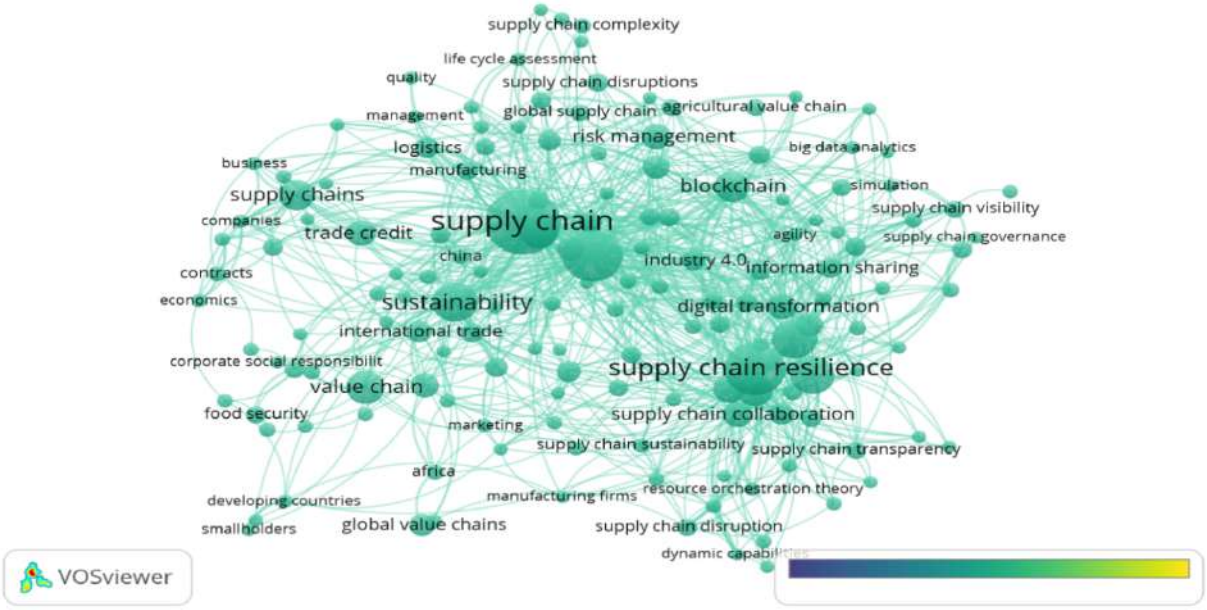


Figure 2- Overlay Visualization of 30 Most Common Keywords: Author-Assigned vs. WoS-Generated Terms

The Web of Science (WoS) platform also generates a list of "Keywords Plus" based on the analysis of the full texts of publications. These terms often describe the topic from a broader perspective than the authors' original keywords. In this case, the dominant terms include: impact, management, performance, framework, dynamic capabilities, firm performance, integration, innovation, model, antecedents, capabilities, information-technology, strategy, collaboration, sustainability, competitive advantage, resilience, technology, logistics, information, which collectively provide a deeper insight into the implementation of the themes addressed by the authors' keywords [3].

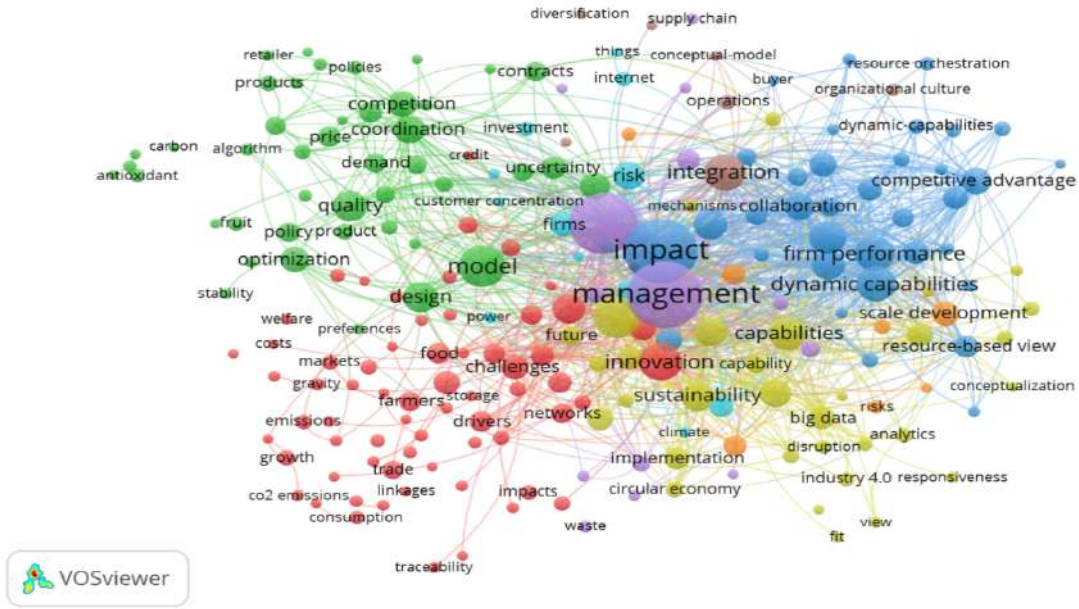


Figure 3- Keywords Plus Co-Occurrence Network Visualization: 221 Most Frequent in 494,420 Publications

This is also reflected in the clustering of author keywords, WoS platform keywords and the sum of these keywords. Clustering is based on the co-occurrence of keywords in a publication; the clustering algorithm is described in detail in the VOSviewer 1.6.15 user manual. Identification of the dominant keywords in each cluster allows us to reduce bias in the further collection of scientific publications on a narrower issue, for example, to compile a systematic review. A well-known problem of narrow specialists: they see their topic well, overestimate the importance of key terms close to them and tend to underestimate other people's topics. At the same time, a significant part of innovations is implemented at the intersection of research areas.

This study provides a comprehensive bibliometric analysis of the research landscape surrounding the development of an integrated Asafoetida (Hing) value chain, with particular attention to the interconnected stages of cultivation, production, harvesting, processing, quality management, marketing, logistics, and export. The development of such an integrated value chain is particularly important for Afghanistan because Asafoetida is an important exportable agricultural commodity and can contribute to rural livelihoods, agricultural income, and international trade. Existing research on Hing production in Afghanistan also identifies important challenges for producers, including limited processing equipment, insufficient market access, inadequate extension support, and high input costs [4]. These challenges demonstrate the need to examine Asafoetida not only as an agricultural product but as an integrated value chain involving farmers, processors, traders, logistics providers, exporters, and international markets.

The present analysis used metadata from 494,420 publications retrieved from the Web of Science database for the period 2020–2025. The search strategy incorporated a broad range of terms

associated with Asafoetida, Ferula species, Hing, cultivation, agricultural production, harvesting, processing, post-harvest management, storage, marketing, commercialization, market access, trade, exports, supply chains, value chains, and Afghanistan. VOSviewer was used to construct keyword co-occurrence networks and identify the major thematic relationships within the research landscape. The analysis initially identified 4,002 keywords, of which 369 occurred at least four times and were subsequently included in the analysis. [5]

The results demonstrate that the literature surrounding the development of agricultural and supply-chain systems is highly interconnected. The most frequently occurring terms identified in the study include management, impact, supply chain, performance, sustainability, supply chain resilience, framework, model, supply chain management, innovation, integration, resilience, firm performance, dynamic capabilities, logistics, quality, strategy, and supply chain performance. These findings suggest that the development of an integrated Asafoetida value chain should be approached from a multidimensional perspective rather than being limited to cultivation and production.

The strong occurrence of supply chain, supply chain management, supply chain resilience, logistics, and supply chain performance is particularly relevant to Afghanistan's Asafoetida sector. An integrated value chain requires coordination among producers, collectors, processors, wholesalers, exporters, transport providers, and foreign buyers. Without effective coordination, value can be lost at different stages through inefficient harvesting, inadequate processing, poor storage, weak information sharing, transportation constraints, or limited market access. Therefore, strengthening supply-chain integration can help connect agricultural production with processing and international markets and can potentially improve the overall economic value generated by Asafoetida.

The importance of supply-chain integration is also supported by the broader literature, which increasingly considers supply chains as interconnected systems involving coordination, information sharing, resilience, technology, and sustainability. Bibliometric research on sustainable supply chains demonstrates that major research clusters include sustainability, technological innovation, performance and competitive advantage, sustainable business models, and supply-chain risks [6]. This supports the findings of the present study, where integration, resilience, innovation, technology, sustainability, and performance appear as interconnected research themes.

Fayez Wazani et al. [7] also demonstrated the importance of digitalization in production processes at JSC “Qarmet” within the framework of Industry 4.0. Their research emphasized automated process control, real-time monitoring, automatic detection of production defects, and the application of digital technologies to improve product quality and production performance. Although that study focused on an industrial production environment, its findings are relevant to the proposed Asafoetida value chain because digital technologies can similarly support information sharing, quality monitoring, traceability, inventory management, production planning, and coordination among participants in an agricultural value chain.

Digital transformation represents an important emerging direction in the present research landscape. Among the author-assigned keywords, digital transformation, artificial intelligence, blockchain, supply chain digitalization, and supply chain collaboration appear as important themes, while Keywords Plus includes information technology, technology, and digital-related concepts. This suggests that future development of the Asafoetida sector could benefit from digital platforms that connect farmers with processors, traders, exporters, and international buyers.

For Afghanistan, digitalization could provide several practical opportunities. A digital value-chain platform could allow farmers to access information about cultivation practices, harvesting schedules, quality requirements, market prices, buyers, and export requirements. Processors and exporters could use digital records to monitor quantities, quality characteristics, processing activities, storage conditions, and shipments. Such systems could also improve transparency between producers and buyers and reduce information asymmetries that may disadvantage small-scale farmers.

The appearance of blockchain and information sharing among the identified research themes is also significant. Blockchain-based systems could potentially support product traceability by

recording information about cultivation locations, harvesting, processing, quality inspection, packaging, and export transactions. For a product such as Asafoetida, where product quality and authenticity can influence international market acceptance, improved traceability could contribute to greater buyer confidence and market transparency.

Another important dimension is quality management. The keyword analysis identifies quality as a significant theme, with quality appearing 40 times among the dominant Keywords Plus terms. Quality management is particularly important for Asafoetida because the product passes through several stages between cultivation and final export. Variations in harvesting methods, drying, processing, storage, packaging, and handling can influence the final quality of the product. Therefore, establishing consistent quality-control procedures throughout the value chain is essential for improving market competitiveness.

Fayez Wazani et al. [8] examined data-driven decision-making within Quality Management Systems based on ISO 9001:2015 and highlighted the importance of statistical analysis for objective process assessment, timely detection of deviations, reduction of process variability, and improvement of management decisions. These findings are relevant to the Asafoetida value chain because data-driven quality management can potentially be applied to production volumes, product quality, processing performance, storage conditions, market demand, and export performance. Consequently, systematic collection and analysis of value-chain data could support more reliable decisions by farmers, processors, exporters, and policymakers.

The research landscape also emphasizes sustainability and resilience. Sustainability appears 69 times among the dominant Keywords Plus terms, while supply-chain resilience appears 68 times. These themes are especially relevant to Afghanistan because agricultural value chains may face multiple risks, including climatic variability, production uncertainty, transportation constraints, market fluctuations, limited infrastructure, and disruptions in domestic and international trade.

A resilient Asafoetida value chain should therefore be capable of responding to disruptions while maintaining the flow of products and information from producers to international buyers. Research on sustainable supply-chain resilience shows that sustainability, supply-chain management, sustainable development, and risk management are closely interconnected themes in the contemporary literature [9]. For the Afghan Asafoetida sector, improving resilience could involve diversifying buyers and export markets, strengthening storage capacity, improving transportation and logistics, developing reliable processing facilities, and increasing access to market information.

Logistics is another important theme identified in the analysis, appearing among the dominant Keywords Plus terms. Logistics is critical because Asafoetida must move through several geographical and organizational stages before reaching international markets. Inefficient transportation, inadequate storage, poor packaging, and delays can reduce product quality and increase transaction costs. Developing an integrated logistics system connecting production areas with processing facilities, domestic markets, border points, and international buyers could therefore improve the efficiency of the overall value chain.

The role of logistics is closely connected with supply-chain agility and collaboration, which also appear among the major author-assigned keywords. Effective collaboration among farmers, processors, traders, exporters, government agencies, financial institutions, and logistics providers can improve information exchange and facilitate faster responses to changes in demand and market conditions. In the Asafoetida sector, stronger collaboration could also help smallholder farmers obtain better access to processing facilities and international markets.

Another important finding is the presence of competitive advantage, innovation, dynamic capabilities, and strategy within the research landscape. These concepts indicate that value-chain development should not focus exclusively on increasing production. Long-term competitiveness depends on the ability of participants to develop capabilities for innovation, quality improvement, market adaptation, technological adoption, and strategic coordination.

For Afghanistan, this means that increasing Asafoetida production alone may not be sufficient to maximize its economic contribution. Greater value can potentially be created by improving

processing, packaging, branding, certification, traceability, marketing, and export coordination. Moving from the export of relatively unprocessed raw material toward higher-value processed and standardized products could provide opportunities to increase the economic return to producers and other participants in the value chain.

The comparison between author-assigned keywords and Keywords Plus further confirms the interdisciplinary character of the field. The authors' keywords emphasize supply chain, supply chain resilience, supply chain management, supply chain performance, sustainability, supply chain integration, blockchain, supply chain agility, supply chain collaboration, risk management, digital transformation, and performance. Meanwhile, Keywords Plus emphasizes broader concepts such as management, impact, performance, framework, dynamic capabilities, firm performance, integration, innovation, information technology, strategy, collaboration, sustainability, competitive advantage, resilience, technology, and logistics.

This difference indicates that the development of an Asafoetida value chain should be understood through several complementary perspectives: agricultural production, supply-chain management, logistics, digitalization, sustainability, quality management, international trade, and strategic management. Integrating these perspectives can provide a stronger conceptual foundation for developing an effective national Asafoetida value-chain model for Afghanistan.

The findings also support the development of a farm-to-export integrated value-chain framework for Asafoetida. Such a framework could consist of several interconnected stages: cultivation and production; harvesting and collection; primary processing; quality control; drying and storage; packaging and branding; domestic transportation; market coordination; export logistics; and international marketing. Digital information systems could operate across these stages to improve traceability, information sharing, forecasting, and coordination.

The results of the bibliometric analysis can also support the development of future research programs and systematic reviews focused specifically on Asafoetida production and value-chain development. The clustering of keywords provides an opportunity to identify research gaps and investigate the relationships between cultivation, processing, supply-chain resilience, sustainability, digitalization, quality, logistics, and export competitiveness. The clustering approach can also help reduce the risk of examining the topic from an overly narrow perspective because innovations frequently emerge at the intersection of different research areas.

Future empirical research should examine the actual conditions of the Asafoetida value chain in Afghanistan. Important areas include the economic performance of farmers, cultivation costs, productivity, harvesting practices, processing capacity, post-harvest losses, storage conditions, transportation costs, market structures, export destinations, international prices, quality requirements, certification, and the distribution of value among different participants. Such research could provide the quantitative evidence necessary for designing an economically viable and sustainable national value-chain model.

Future studies should also investigate how digital technologies can be practically applied within the Afghan Asafoetida sector. Potential applications include mobile-based farmer platforms, digital marketplaces, electronic traceability systems, blockchain-based certification, demand forecasting, geographic information systems, digital payment systems, and data-driven production planning. These technologies could help connect rural producers with domestic and international markets while improving transparency and reducing information barriers.

Sustainability should remain a central component of this development model. Sustainable cultivation practices, responsible harvesting, efficient resource use, appropriate processing technologies, and improved waste management can help ensure that expansion of Asafoetida production does not create unnecessary environmental pressures. At the same time, social sustainability should be considered through improved rural employment, farmer income, participation of local communities, and equitable distribution of value throughout the chain.

Also these findings demonstrate that the development of an integrated Asafoetida value chain in Afghanistan is a multidisciplinary issue involving agriculture, supply-chain management, logistics,

international trade, technology, quality management, sustainability, and strategic management. The dominant research themes identified through VOSviewer—including management, supply chain, performance, sustainability, resilience, innovation, integration, logistics, quality, strategy, and supply-chain performance—provide a useful conceptual foundation for understanding the sector.

The study demonstrates that developing an integrated Asafoetida value chain can create significant opportunities for Afghanistan's agricultural and export sectors. The bibliometric analysis highlights the importance of supply chain integration, sustainability, resilience, logistics, quality management, digitalization, and international trade. Connecting cultivation, harvesting, processing, quality control, storage, packaging, transportation, and export can improve value creation and market competitiveness. Digital technologies, including blockchain and other traceability systems, can further strengthen coordination, transparency, information sharing, and market access. Effective quality control and standardized processing practices are also essential for meeting international market requirements and improving product value. Stronger cooperation among farmers, processors, traders, exporters, and government institutions can reduce supply-chain fragmentation and improve overall efficiency. Investment in logistics, storage, packaging, and export infrastructure can further reduce post-harvest losses and support reliable international distribution. At the same time, sustainable and resilient production practices can contribute to rural employment, farmer income, and long-term sector development. Therefore, an integrated and digitally supported farm-to-export model can provide a stronger foundation for sustainable development, higher product quality, and greater international competitiveness of Afghanistan's Asafoetida sector.

LITERATURE

1. Salvatore, D., & Jannsen, W. (2021). Strengthening Afghanistan's Asafoetida Value Chain: Production, Processing, and Export Opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
2. Gelmanova Z. S., Fayez Wazani A. W., Khapasov K. B. Visualization of the development of a methodology for automated analysis and support of cyberattack investigations using artificial intelligence methods with VOSviewer // In the World of Science and Education. — 2026. — Vol. 11, № 11. — P. 69–74. — URL: https://zenodo.org/records/18810763.
3. Gelmanova Z. S., Fayez Wazani A. W., Denezhkin A. A. Digital transformation of sales in the telecom sector: development and implementation of CRM systems using Freedom Mobile as an example; data visualization using VOSviewer // In the World of Science and Education. — 2025. — Vol. 11, № 11. — P. 69–74. — URL: https://zenodo.org/records/17213853.
4. Hussain Khail, M., Jafary, B., Sharifi, A. F., Alizada, J., Mowahidi, Z. H., & Mirded, M. H. (2024). Economic Analysis of Hing Production in Badakhshan Province. ESRJ, 62(2), 10–18. https://esrj.edu.af/esrj/article/view/27.
5. Duong, T. T. T., Tran, Q. L., & Hoang, L. C. (2025). Sustainable supply chain management: A bibliometric analysis using VOSviewer. Ho Chi Minh City Open University Journal of Science – Economics and Business Administration, 16(8), 57–77.
6. Soeryanto Soegoto, E., Luckyardi, S., Hayati, E. N., Rafdhi, A. A., & Oktafiani, D. (2022). Bibliometric analysis of green supply chain research using VOSviewer. Journal of Eastern European and Central Asian Research, 9(5). https://doi.org/10.15549/jeecar.v9i5.1051.
7. Batyrbek, A., Gelmanova, Z. S., & Fayez Wazani, A. W. (2024). Measures and Procedure for Implementation of Digitalization of Production at JSC «Qarmet». In 2024 International Conference on Electrical and Computer Engineering Researches (ICECER). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICECER62944.2024.10920383.
8. Gelmanova, Z. S., Fayez Wazani, A. W., Petrovskaya, A. S., & Shakanova, G. S. (2026). Data-Driven Decision Making in Quality Management Systems (ISO 9001:2015): A Statistical Approach and Case Studies. In the World of Science and Education, 11(11), 98–103.
9. Syed Jamaludin, S. Z. H., Mustapa, M., Mohamad Ramly, Z., & Muhammad, N. (2024). Resilience strategies in sustainable supply chain management: Bibliometric analysis and future research directions. Built Environment Journal, 21(2), 204–223.
10. Hussain Khail, M., Jafary, B., Sharifi, A. F., Alizada, J., Mowahidi, Z. H., & Mirded, M. H. (2024). Economic Analysis of Hing Production in Badakhshan Province. ESRJ, 62(2), 10–18.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089520

УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: АНАЛИЗ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО ГАЗОВОГО ХОЗЯЙСТВА ЗА 2022–2025 гг

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

АЙНАГУЛОВ БАКТЫБЕК НУРГАЗИЕВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *В статье исследуется развитие системы управления надежностью, техническим обслуживанием и промышленной безопасностью газораспределительной инфраструктуры Жезказганского газового хозяйства (ЖезГХ) в 2022–2025 гг. Эмпирическую основу составили производственные данные о протяженности сетей, количестве газорегуляторных пунктов, аварийности, утечках, повреждениях, работе аварийно-диспетчерской службы, выполнении технического обслуживания и диагностики, электрохимической защите, нарушениях промышленной безопасности и цифровых сервисах. Установлено, что протяженность сети увеличилась с 50,809 до 174,297 км, то есть в 3,43 раза, а число ГРП и ГРПШ/ШРП возросло с 15 до 55 единиц. При столь быстром расширении инфраструктуры выполнение планов технического обслуживания по ключевым группам объектов заявлено на уровне 100%, целевой показатель диагностики также составляет 100%, несчастные случаи не зарегистрированы. Одновременно наличие аварийных заявок, утечек, повреждений и эксплуатационных нарушений показывает необходимость перехода от преимущественно регламентного обслуживания к риск-ориентированному управлению активами. Предложена авторская модель интегрального индекса надежности ЖезГХ, объединяющая безопасность, техническую дисциплину, аварийную готовность и цифровую зрелость. Разработаны рекомендации по GIS/SCADA-мониторингу, мобильному управлению ТО, риск-ориентированной диагностике, единому паспорту активов и системе KPI.*

Ключевые слова: *газораспределительная сеть, надежность, промышленная безопасность, техническое обслуживание, аварийно-диспетчерская служба, цифровизация, управление активами, Жезказган, риск-ориентированный подход.*

Введение

Надежность газораспределительной инфраструктуры относится к критическим факторам устойчивости городской экономики и качества жизни населения. Отказ газораспределительной сети способен одновременно вызвать технологические, социальные, экологические и репутационные последствия. Поэтому управление такими объектами не может ограничиваться устранением неисправностей после их возникновения: необходима система, связывающая техническое состояние активов, регламентное обслуживание, аварийную готовность, промышленную безопасность, цифровой мониторинг и инвестиционные решения.

Для Казахстана задача приобретает особую актуальность в условиях расширения газификации. Комплексный план развития газовой отрасли на 2022–2026 гг. определяет государственные меры по развитию инфраструктуры [1]. По данным Министерства энергетики, по итогам 2025 г. уровень газификации населения достиг 64,2 %, а в регионах реализовано 84 газовых проекта [2]. Расширение охвата природным газом увеличивает не

только социальный эффект, но и портфель активов, которые необходимо безопасно обслуживать на протяжении жизненного цикла.

Нормативную основу формируют Закон Республики Казахстан «О газе и газоснабжении» [3] и Требования по безопасности объектов систем газоснабжения, утвержденные приказом № 673 [4]. Требования охватывают эксплуатацию систем газоснабжения, газоопасные работы, локализацию и ликвидацию аварий. Следовательно, эффективность менеджмента газового хозяйства должна оцениваться не только экономическими показателями, но и полнотой ТО, диагностирования, готовностью аварийных служб и предупреждением опасных событий.

Жезказганское газовое хозяйство представляет показательный объект исследования: инфраструктура сравнительно новая, но быстро расширяется. По материалам предприятия протяженность распределительных сетей выросла с 50 809 м в 2022 г. до 174 297 м в 2025 г., одновременно увеличилось количество регулирующих пунктов. Такой рост меняет профиль управленческой нагрузки: возрастает число объектов обхода и диагностики, расширяется зона ответственности АДС, растет массив эксплуатационных данных, а ручные методы учета становятся менее устойчивыми.

Цель исследования — оценить динамику и состояние управления надежностью ЖезГХ в 2022–2025 гг. и разработать риск-ориентированную модель совершенствования технического менеджмента на основе цифровизации. Задачи включают анализ динамики инфраструктуры, систематизацию показателей аварийности и ТО, выявление зон управленческого риска, разработку интегрального показателя и формирование комплекса цифровых и организационных мероприятий.

Научная новизна состоит в адаптации логики управления активами и риск-менеджмента к быстро растущей городской газораспределительной сети и в разработке интегральной модели, связывающей безопасность, техническую дисциплину, аварийную готовность и цифровую зрелость. Практическая значимость определяется возможностью применения предложенных KPI при формировании программы эксплуатационной надежности ЖезГХ.

Материалы и методы.

Исследование выполнено с применением динамического, сравнительного, коэффициентного и риск-ориентированного анализа. Основной эмпирический источник — производственные материалы ЖезГХ за 2022–2025 гг. [12]. Они включают протяженность газопроводов, количество ГРП и ГРПШ/ШРП, срок эксплуатации, аварии и инциденты, утечки, повреждения, аварийные заявки, норматив прибытия АДС, организацию ППР, выполнение ТО и диагностики, состояние ЭХЗ, нарушения промышленной безопасности, несчастные случаи и используемые цифровые сервисы.

Для оценки роста сети применены: абсолютный прирост $\Delta L = Lt - L0$; коэффициент роста $KL = Lt/L0$; темп прироста $TL = (Lt/L0 - 1) \times 100$ %. Удельная инфраструктурная нагрузка определялась как $D = N/L$, где N — число ГРП и ГРПШ/ШРП, L — протяженность сети в километрах. Для аварийности предложено нормирование на 100 км сети.

Методологическая рамка рекомендаций опирается на ISO 55001:2024, который задает требования к системе управления активами и связывает цели управления с жизненным циклом, результативностью, риском и затратами [5]. Риск-ориентированный контур основан на ISO 31000:2018, предусматривающем идентификацию, анализ, оценку, обработку и мониторинг рисков [6].

Для сопоставления локальной практики с отраслевым направлением использованы материалы QazaqGaz. Компания сообщает об оцифровке распределительных сетей, интеллектуальном учете, интерактивных картах и развитии автоматизированного мониторинга [7–10]. Это подтверждает практическую реализуемость предлагаемой цифровой модели.

Результаты. Масштабирование инфраструктуры

Показатель	2022	2023	2024	2025	2025/2022
Протяженность, км	50,809	93,866	149,122	174,297	+123,488; +243,0%
ГРП, ед.	4	6	7	8	+100%
ГРПШ/ШРП, ед.	11	26	44	47	+327,3%
Всего пунктов, ед.	15	32	51	55	+266,7%
Пунктов на 10 км	2,95	3,41	3,42	3,16	+0,21

Таблица демонстрирует кратное расширение эксплуатационного контура. За четыре года длина сети увеличилась на 123,488 км, а совокупное количество регулирующих пунктов — на 40 единиц. Темп роста регулирующих объектов в целом опережал темп роста длины сети, что означает усложнение технологической структуры и увеличение количества узлов, требующих регулярного контроля.

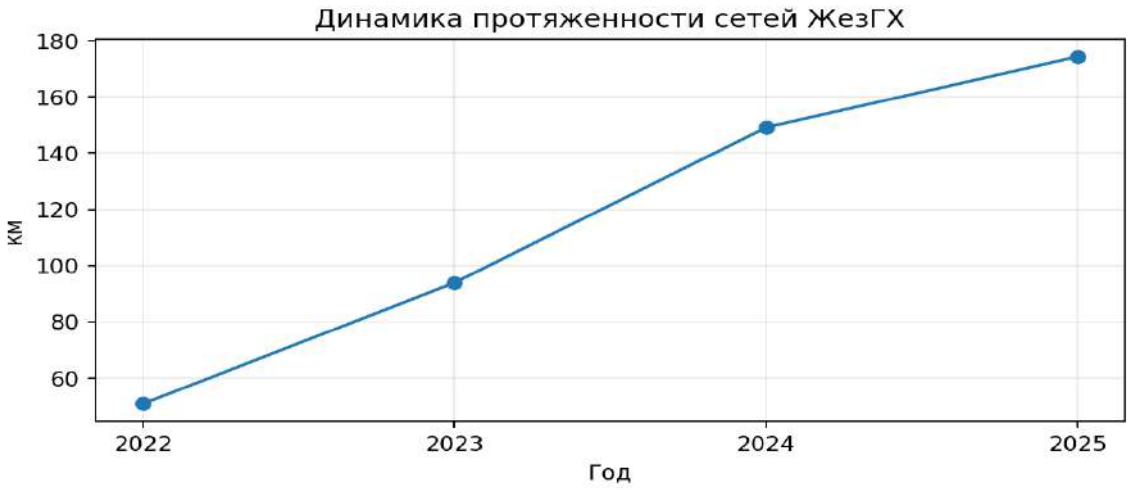


Рисунок 1 — Динамика протяженности газораспределительных сетей ЖезГХ.

Абсолютный прирост длины сети составил 43,057 км в 2023 г., 55,256 км в 2024 г. и 25,175 км в 2025 г. Даже при снижении годового прироста в 2025 г. эксплуатационная нагрузка продолжает накапливаться: каждый введенный участок становится постоянным объектом технического обслуживания, диагностики, аварийного планирования и документирования.

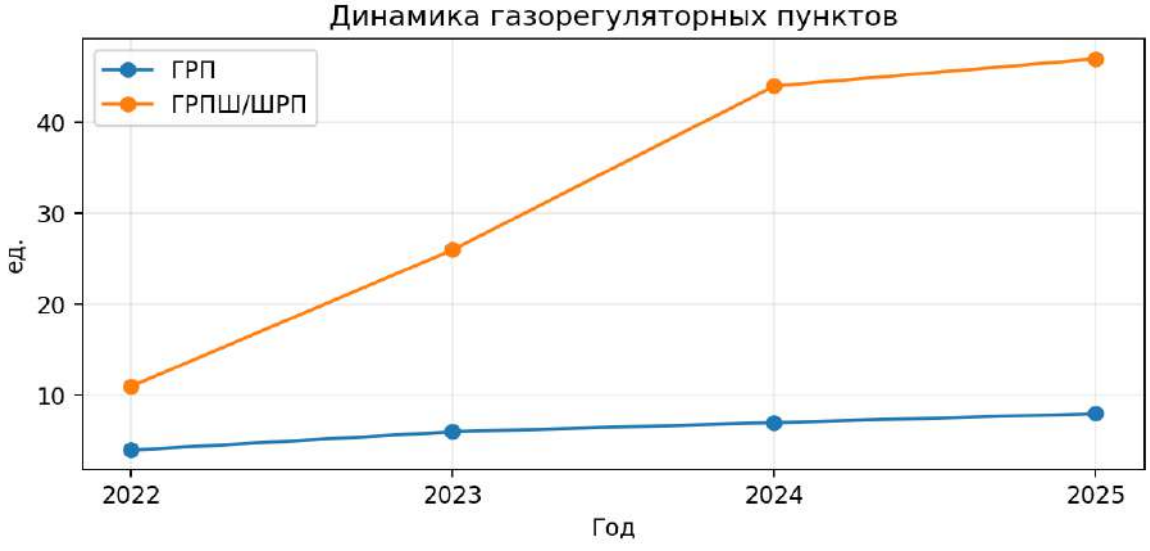


Рисунок 2 — Динамика количества газорегуляторных пунктов.

Плотность регулирующих пунктов изменилась с 2,95 до 3,16 единицы на 10 км. Максимальное значение наблюдалось в 2024 г. — около 3,42. Показатель важен для ресурсного планирования, поскольку обслуживание сети определяется не только километрами трубопровода, но и количеством технологически сложных узлов.

Надежность и аварийная готовность.

Срок эксплуатации газораспределительных сетей и сооружений ЖезГХ составляет около шести лет; основное оборудование введено в эксплуатацию в 2019 г. [12]. Поэтому инфраструктура пока не относится к категории физически стареющей. Основные риски связаны с расширением сети, внешними повреждениями, качеством эксплуатации, полнотой диагностики и управлением информацией.

В исходных материалах зафиксированы 4 аварии и инцидента, 3 утечки газа, 3 повреждения газопроводов и 4 аварийные заявки [12]. Одновременно указано отсутствие критических отказов и несчастных случаев. Без годовой разбивки и классификации тяжести нельзя корректно строить временной тренд. Однако сами события являются основанием для анализа первопричин и профилактических действий.

Нормативное время прибытия бригады АДС в пределах городской черты составляет до 40–45 минут [12]. Полный цикл восстановления зависит от характера повреждения; стандартная утечка или небольшое повреждение устраняются от нескольких часов до суток. Для менеджмента необходимо дополнить норматив фактическими показателями: медианным временем прибытия, 90-м перцентилем, временем локализации, MTTR и долей вызовов, закрытых в целевом интервале.

Целесообразно классифицировать события по четырем уровням: потенциально опасное отклонение; утечка без прекращения снабжения; повреждение с локальным ограничением; авария с существенным нарушением газоснабжения или угрозой людям. Такая градация позволит учитывать тяжесть и направлять ресурсы на наиболее значимые риски.

Блок	KPI	Расчет	Цель
Надежность	Частота повреждений	N/100 км·год	Снижение
Герметичность	Частота утечек	N/100 км·год	Снижение
АДС	Время прибытия	мин	≤ норматив
Восстановление	MTTR	ч	Снижение
ТО	Выполнение плана	факт/план×100%	100%
Диагностика	Охват	факт/план×100%	100%
Безопасность	Закрытие нарушений	устранено/выявлено×100%	100% в срок
Данные	Цифровые паспорта	оцифровано/все×100%	100%

Предлагаемые KPI нормируют эксплуатационные события относительно масштаба сети. Это принципиально важно: при увеличении длины в 3,43 раза сравнение только абсолютного числа повреждений может привести к неверному выводу о динамике надежности.

Техническое обслуживание, диагностика и ЭХЗ.

ППР выполняются по утвержденному графику с учетом типа оборудования, протяженности и категории газопровода, условий эксплуатации и требований нормативно-технической документации [4, 12]. Выполнение ТО наружных газопроводов, технологических устройств, запорной арматуры и средств ЭХЗ указано на уровне 100 %. Целевой показатель годовых графиков технического обследования и диагностирования также составляет 100 % [12].

Стопроцентное выполнение графика — сильная сторона системы, однако оно характеризует процесс, а не конечный эффект. Поэтому необходимо дополнительно измерять долю работ с выявленными дефектами, повторяемость дефектов, срок закрытия замечаний, долю внеплановых ремонтов и изменение риска после обслуживания.

Электрохимическая защита является ключевым барьером против коррозионного разрушения подземных металлических сооружений. В исходных материалах подчеркивается необходимость нахождения защитного потенциала в нормативном диапазоне и приводится ссылка на ГОСТ 9.602-2016 [11, 12]. В цифровом контуре следует хранить историю измерений потенциала, зоны недостаточной защиты, длительность отклонений и время реакции.

В перспективе данные ЭХЗ могут быть объединены с характеристиками грунта, возрастом, материалом, историей дефектов и внешних воздействий. Это позволит перейти от формального контроля исправности к прогнозной оценке коррозионного риска конкретных участков.

Промышленная безопасность и корректирующие действия:

№	Нарушение	Цифровой контроль
1	Недостатки содержания охранной зоны	Геометка, фото, срок, повторный контроль
2	Повреждение/отсутствие знаков трассы	Реестр знаков в GIS
3	Недостатки колодцев/коверов	Категория дефекта и приоритет ремонта
4	Неполная эксплуатационная документация	Электронный журнал с обязательными полями
5	Недостатки арматуры и ГРП/ШРП	Цифровая заявка ТО и проверка закрытия

Пять групп выявленных нарушений [12] не указывают на системный отказ, но показывают типичные зоны эксплуатационного риска: охранные зоны, маркировка трассы, доступность колодцев, полнота документации и состояние оборудования. Их общий управленческий признак — необходимость прослеживаемого корректирующего действия.

Для каждого замечания целесообразно формировать электронную карточку: объект, координаты, категория риска, фото до устранения, ответственный, срок, выполненное мероприятие, фото после устранения, проверяющий и дата закрытия. Такой подход позволяет превратить показатель «устранено» в проверяемый процесс и анализировать повторяемость нарушений.

Отсутствие несчастных случаев является важным положительным результатом [12]. Однако нулевой травматизм не исключает контроль предвестников происшествий. В KPI следует включить near miss, повторные дефекты, просроченные корректирующие действия, нарушения охранных зон и отклонения параметров ЭХЗ.

Цифровая зрелость.

ЖезГХ использует электронные приборы учета газа с дистанционной передачей показаний в онлайн-режиме и электронное заключение договоров с юридическими лицами [12]. Это формирует базовый уровень цифровизации клиентского и учетного контура, но не заменяет цифровой производственный контур управления надежностью.

QazaqGaz в отраслевых материалах указывает на цифровизацию распределительных сетей и абонентов, установку «умных» счетчиков и использование интерактивной карты для контроля аномального потребления [7]. Интегрированный отчет компании также отмечает пилот цифрового учета в Астане, Караганде и одном из районов Шымкента, который показал эффективность в снижении потерь и улучшении платежной дисциплины [8]. В январе 2026 г. сообщалось о создании автоматизированной системы мониторинга газораспределительных сетей [9].

Для ЖезГХ предлагается пятиуровневая архитектура: GIS-паспорт сети; телеметрия/SCADA критических узлов; мобильное приложение обходов и ТО; модуль заявок и инцидентов АДС; аналитическая панель KPI и риск-рейтинг активов. Связующим элементом должен стать единый идентификатор объекта.

Единый идентификатор позволяет связать географическое положение, технический паспорт, историю ремонтов, дефекты, измерения ЭХЗ, фотографии, наряды и события АДС. Это устраняет разрыв между эксплуатационной документацией и фактическим состоянием объекта.

Авторская модель интегрального индекса.

Предлагается интегральный индекс надежности и управляемости IRM, предназначенный для регулярной управленческой диагностики. Он не заменяет обязательные нормативы безопасности. I_RM = 0,35S + 0,25M + 0,20E + 0,20D,

где S — индекс безопасности; M — индекс технической дисциплины; E — индекс аварийной эффективности; D — индекс цифровой зрелости. Компоненты нормируются от 0 до 1. Повышенный вес безопасности отражает потенциальную тяжесть последствий газовых аварий.

S— включает отсутствие травматизма, частоту утечек и повреждений на 100 км и долю нарушений, устраненных в срок. M— включает выполнение ТО и диагностики, состояние ЭХЗ и отсутствие просроченных критических работ. E— отражает соблюдение времени прибытия и MTTR. D— включает полноту цифровых паспортов, телеметрию критических объектов, цифровое закрытие нарядов и качество данных.

На имеющихся данных корректно оценивается лишь часть компонентов: выполнение ТО и целевой охват диагностики составляют 100 %, несчастные случаи отсутствуют, электронный учет и онлайн-договоры внедрены. Для полного расчета нужны фактические данные по годам о событиях, времени реагирования, ЭХЗ, закрытии нарушений и цифровом охвате. Отказ от искусственного присвоения баллов повышает достоверность модели.

IRM	Состояние	Решение
0,90–1,00	Высокая зрелость	Поддержание и предиктивная аналитика
0,75–0,89	Устойчивое управление	Точечные улучшения
0,60–0,74	Умеренный риск	Квартальная программа улучшений
<0,60	Повышенный риск	Приоритетная корректирующая программа

Обсуждение.

Результаты отражают характерную ситуацию быстро развивающейся инфраструктуры: физический возраст активов невелик, но организационная сложность растет быстрее календарного старения. За четыре года сеть увеличилась в 3,43 раза, а регулирующие пункты — в 3,67 раза. Следовательно, сохранение прежних методов планирования и учета при кратном увеличении объектов постепенно создает скрытый дефицит управляемости.

Сильной стороной ЖезГХ является регламентная дисциплина: заявлено 100%-ное выполнение обслуживания по ключевым группам и 100%-ный целевой охват диагностики. Это соответствует нормативной логике безопасности [4]. Вместе с тем современное управление активами требует баланса результативности, риска и затрат на жизненном цикле [5]. Следующий уровень зрелости состоит в приоритизации работ по критичности и фактическому состоянию.

Отсутствие инвестиций в реконструкцию и модернизацию объясняется недавним вводом оборудования в 2019 г. [12]. Однако модернизацию следует отделять от замены физически изношенных активов. GIS, телеметрия, мобильные рабочие места и аналитика состояния являются инвестициями в управляемость и могут быть экономически оправданы задолго до физического старения.

Ключевым ограничением текущей аналитики является качество данных. Часть показателей представлена описательно или агрегированно. Четыре аварийные заявки без даты,

категории и времени закрытия не позволяют оценить сезонность, фактическое соблюдение норматива и повторяемость причин. Следовательно, цифровизация должна начинаться не с сложных алгоритмов, а с стандартизации первичных данных.

Риск-ориентированный подход ISO 31000 предполагает постоянный цикл идентификации, анализа, оценки, обработки и мониторинга рисков [6]. Для ЖезГХ единицей такого цикла должен стать конкретный актив или участок сети. Риск-рейтинг может формироваться из последствий отказа, вероятности отказа, истории дефектов, внешних воздействий, состояния ЭХЗ и критичности потребителей.

Отраслевой курс QazaqGaz создает благоприятную среду для локальной цифровизации. Пилоты интеллектуального учета и автоматизированного мониторинга показывают, что цифровые решения рассматриваются как инструмент снижения потерь, повышения прозрачности и операционной эффективности [7–10]. Для ЖезГХ важно синхронизировать локальную архитектуру с корпоративными решениями, чтобы избежать изолированных информационных систем.

Экономический контур пока недостаточно детализирован. В исходных данных отсутствуют фактические суммы затрат на ТО и АВР. Рекомендуется вести расходы на уровне актива/участка и вида работ. Это позволит рассчитывать стоимость обслуживания 1 км сети, затраты на один регулирующий пункт, стоимость аварийного выезда, долю аварийных расходов и экономический эффект предотвращенных отказов.

Предлагаемый IRM полезен тем, что не сводит надежность к одному техническому параметру. Газораспределительная система остается устойчивой только при одновременной работе технических барьеров, дисциплины обслуживания, аварийного реагирования и достоверного информационного контура. Индекс следует использовать как управленческую панель предупреждения, а не как замену обязательным нормативам.

При внедрении цифровых решений необходимо учитывать человеческий фактор. Система будет результативной только при четких правилах ответственности за качество данных, обучении персонала и использовании цифровой информации в реальных управленческих решениях. Иначе цифровизация рискует превратиться в параллельный информационный слой без влияния на надежность.

Важным направлением является анализ первопричин. Каждая утечка, повреждение и существенное отклонение должны завершаться не только восстановлением, но и классификацией причины: дефект материала, внешнее механическое воздействие, нарушение охранной зоны, ошибка эксплуатации, коррозия, дефект арматуры или иная причина. Накопленная база позволит выявлять повторяющиеся сценарии и корректировать профилактику.

Для новой сети особенно полезен принцип «цифровой истории с первого дня». Если паспорта, измерения и ремонты системно фиксируются сейчас, через 10–20 лет организация будет обладать качественной историей жизненного цикла. Потеря этих данных на раннем этапе впоследствии существенно усложняет диагностику стареющих активов.

Таким образом, текущая стадия развития ЖезГХ благоприятна для перехода к управлению активами: оборудование еще относительно новое, но масштаб уже достаточен, чтобы эффект цифровизации был заметным. Промедление увеличит стоимость последующей инвентаризации и интеграции данных.

Практические рекомендации

Этап	**Срок**	**Мероприятия**	**Результат**
Инвентаризация	0–3 мес.	Реестр, GIS, паспорта, критичность	100% идентифицированных активов
Цифровое ТО	3–6 мес.	Мобильные чек-листы, наряды, фото	Прослеживаемость

АДС	3–6 мес.	Категории, GPS-время, MTTR, причины	Фактические SLA
Телеметрия	6–12 мес.	SCADA/датчики, интеграция ЭХЗ	Раннее выявление
Риск-аналитика	9–18 мес.	Риск-рейтинг, I RM	Приоритет по риску
Экономика	12–18 мес.	Затраты по активам, LCC	Обоснование инвестиций

Первое направление — единый цифровой паспорт сети. Для каждого участка следует хранить год ввода, материал, диаметр, давление, способ прокладки, координаты, тип защиты, результаты обследований, дефекты, ремонты и связанные инциденты. Для ГРП/ШРП дополнительно фиксируются состав оборудования, настройки, история ТО и критичность.

Второе направление — цифровизация полевого обслуживания. Бригада получает маршрут и чек-лист на мобильном устройстве, фиксирует геопозицию, параметры и фотографии. Это повышает качество первичных данных и исключает повторный ручной перенос записей.

Третье направление — развитие АДС как аналитического центра. Каждая заявка должна иметь временные метки приема, передачи бригаде, выезда, прибытия, локализации и восстановления. На их основе формируются SLA и выявляются логистические и организационные узкие места.

Четвертое направление — риск-ориентированное ТО. Обязательные регламентные работы сохраняются, но дополнительные ресурсы направляются на участки повышенной критичности. Матрица риска пересматривается после каждого существенного дефекта, утечки или изменения условий эксплуатации.

Пятое направление — управление компетенциями. В программу обучения следует включить управление активами, риск-анализ, расследование первопричин, GIS, мобильные формы, аналитику инцидентов и культуру качества данных.

Шестое направление — инвестиционный портфель по риску. Даже при отсутствии потребности в физической реконструкции необходимо ежегодно оценивать цифровые и диагностические проекты по ожидаемому снижению риска, потерь газа, времени простоя и трудоемкости операций.

Седьмое направление — экономическая аналитика. Для каждого вида работ необходимо кодировать трудозатраты, материалы, технику и подрядные услуги. Это создаст базу для расчета полной стоимости владения активом и сравнения профилактических и аварийных затрат.

Восьмое направление — управленческий цикл KPI. Операционные показатели целесообразно рассматривать ежемесячно, интегральный индекс и карту рисков — ежеквартально. Критическое отклонение по безопасности должно запускать корректирующий план независимо от итогового среднего балла.

Наконец, цифровая трансформация должна сопровождаться регламентом управления данными: назначением владельцев справочников, едиными правилами кодирования объектов и событий, контролем полноты обязательных полей, периодической проверкой качества и резервным хранением. Для критической инфраструктуры достоверность и доступность данных становятся самостоятельным элементом надежности. Поэтому зрелая модель управления ЖезГХ должна рассматривать физические и информационные активы как взаимосвязанную систему.

Практически важным является пилотный принцип внедрения. В качестве пилотной зоны следует выбрать участок с репрезентативным сочетанием газопроводов и регулирующих пунктов, полностью оцифровать активы, внедрить мобильные наряды и измерить исходные и итоговые KPI. После 3–6 месяцев эксплуатации результаты сравниваются с контрольной

зоной. Такой дизайн позволит доказательно оценить эффект до масштабирования решения на все хозяйство.

Экономическая верификация цифровизации должна строиться на сравнении совокупной стоимости владения. Эффект формируется не только прямым сокращением аварийно-восстановительных затрат, но и уменьшением трудоемкости обходов, исключением повторного ввода данных, сокращением времени поиска арматуры и документов, повышением точности учета и снижением вероятности крупных отказов. Для каждого цифрового проекта целесообразно рассчитывать инвестиции, ежегодные эксплуатационные расходы, предотвращенные потери и срок окупаемости.

Отдельной задачей является формирование индекса технического состояния участков. Для него могут использоваться возраст, материал, результаты приборного обследования, состояние изоляции и ЭХЗ, история внешних воздействий, число дефектов, категория давления и критичность потребителей. Весовые коэффициенты на первом этапе могут определяться экспертно, а по мере накопления статистики — уточняться на основе фактической связи признаков с отказами и повреждениями.

Перспективы дальнейшего исследования. Для перехода от предложенной концептуальной модели к полноценной количественной верификации необходимо сформировать панель данных с помесячной детализацией за несколько лет. Минимальный набор должен включать дату и место каждого события, категорию и причину, фактическое время реагирования, продолжительность восстановления, затронутых потребителей, стоимость работ и связь с конкретным активом. Это позволит оценивать не только частоту событий, но и их последствия, сезонность и повторяемость.

Заключение

1. В 2022–2025 гг. протяженность сети ЖезГХ выросла с 50,809 до 174,297 км, или на 243,0 %, что означает переход к существенно более сложному масштабу эксплуатации.

2. Количество ГРП и ГРПШ/ШРП увеличилось с 15 до 55 единиц. Рост технологических узлов усиливает требования к планированию ТО, диагностике, аварийному реагированию и документации.

3. Небольшой возраст инфраструктуры и отсутствие несчастных случаев являются благоприятными факторами, однако наличие утечек, повреждений и аварийных заявок требует анализа причин и нормирования событий на 100 км сети.

4. Выполнение ТО на уровне 100 % и целевой 100%-ный охват диагностики характеризуют высокую регламентную дисциплину. Следующий уровень зрелости должен связывать факт выполнения с качеством, дефектами, сроками устранения и риском актива.

5. Основной резерв совершенствования менеджмента — цифровизация производственного контура: GIS-паспортизация, мобильное ТО, автоматизированный учет инцидентов АДС, телеметрия критичных объектов и интеграция ЭХЗ.

6. Авторский индекс IRM объединяет безопасность, техническую дисциплину, аварийную эффективность и цифровую зрелость и может применяться как панель управленческой диагностики.

7. Для экономического обоснования решений необходим пообъектный учет затрат на ТО и АВР, позволяющий управлять стоимостью жизненного цикла и оценивать эффект предотвращенных отказов.

8. Стратегически целесообразен переход от модели «регламент + реакция» к модели «цифровой актив + риск + прогноз + контролируемое действие», соответствующей принципам современного управления активами и риск-менеджмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Комплексного плана развития газовой отрасли Республики Казахстан на 2022–2026 годы: постановление Правительства Республики Казахстан от 18 июля 2022 года № 488.
2. Министерство энергетики Республики Казахстан. Газовая промышленность: сведения о газификации населения и проектах развития газовой инфраструктуры. 2026.
3. О газе и газоснабжении: Закон Республики Казахстан от 9 января 2012 года № 532-IV (с изменениями и дополнениями).
4. Об утверждении Требований по безопасности объектов систем газоснабжения: приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 9 октября 2017 года № 673; зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан № 15986.
5. ISO 55001:2024. Asset management — Asset management system — Requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2024.
6. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
7. АО «НК «QazaqGaz». Начало новой эры газовой отрасли: итоги 2024 года. Официальный пресс-центр.
8. JSC NC QazaqGaz. Integrated Annual Report 2024. Astana, 2025.
9. АО «НК «QazaqGaz». Руководитель QazaqGaz ознакомился с ходом цифровизации газовых услуг. 27 января 2026 г.
10. АО «НК «QazaqGaz». Подготовка объектов к отопительному сезону 2024–2025 и цифровизация отрасли. 18 июня 2024 г.
11. ГОСТ 9.602-2016. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
12. Исходные производственные материалы Жезказганского газового хозяйства за 2022–2025 гг.

https://doi.org/10.5281/zenodo.23089524

МНОГОФАКТОРНЫЕ МОДЕЛИ ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОСРЕДНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗИЛЬЕНТНОСТИ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

КАРИМОВА АЙСУЛУ МЕЙРАМҒАЛИҚЫЗЫ
Магистрант по направлению «Логистика» Satbayev University

Научный руководитель – **КИСЕЛЕВА О.Г.**
Алматы, Казахстан

Аннотация: *Статья посвящена анализу многофакторных методологических подходов к обоснованию выбора логистических посредников в условиях, когда компании всё активнее реализуют стратегии диверсификации базы поставщиков, мультисорсинга, географического распределения заказов, nearshoring и friendshoring для повышения резильентности цепей поставок. Показано, что рост числа альтернативных посредников, порождаемый данными стратегиями, требует перехода от одно-двухкритериального выбора к системному многокритериальному (MCDM) рейтинговому отбору. Рассмотрены модели на основе AHP, ANP, TOPSIS, VIKOR и их нечётких модификаций, применяемые в логистике для оценки перевозчиков, экспедиторов и терминальных операторов, а также этапы построения подобных моделей. Выявлен методологический разрыв: критерии резильентности учитываются в существующих моделях фрагментарно. Обосновано направление дальнейшего исследования — построение интегрированной многофакторной модели рейтингового отбора логистических посредников, объединяющей экономические, операционные и резильентностные критерии, применительно к логистическому рынку Казахстана, включая его роль в трансконтинентальных транзитных коридорах.*

Ключевые слова: *резильентность цепей поставок; логистические посредники; многофакторная оценка; методы принятия решений (MCDM); диверсификация поставщиков; рейтинговый отбор; аналитический иерархический процесс; VIKOR (1 отступ)*

В последние годы резильентность (устойчивость к сбоям) цепей поставок превратилась из второстепенного операционного показателя в стратегический приоритет большинства компаний. Пандемия COVID-19, разрывы контейнерных перевозок, геополитическая турбулентность и торговые ограничения показали, что традиционная модель поставок «точно в срок», ориентированная преимущественно на минимизацию издержек, плохо приспособлена к шокам низкой вероятности, но высокого воздействия. Согласно устоявшемуся в литературе определению, резильентность цепи поставок — это способность системы заблаговременно подготовиться к непредвиденным событиям, отреагировать на нарушение и восстановить нормальное функционирование в приемлемые сроки и с приемлемыми издержками [1].

Практика последних лет демонстрирует переход компаний от единственного источника поставок к мультисорсингу, географической диверсификации размещения заказов и стратегиям nearshoring/friendshoring — переносу производства и закупок ближе к потребителю либо в страны с дружественным политическим режимом. Эмпирические исследования подтверждают, что такая диверсификация стратегий снабжения не только напрямую, но и опосредованно — через повышение резильентности цепи поставок — способствует росту устойчивости показателей эффективности компании; при этом эффект диверсификации усиливается при наличии развитых цифровых возможностей управления цепью поставок [2]. Диверсификация действительно снижает зависимость от единичного узла цепи поставок, однако она порождает новую управленческую проблему: как из расширившегося и неоднородного пула логистических посредников — перевозчиков, экспедиторов, таможенных

брокеров, операторов 3PL/4PL — обоснованно выбрать тех, кто одновременно обеспечивает приемлемую стоимость, качество обслуживания и устойчивость к нарушениям.

Традиционные методы выбора посредника, основанные на одном или двух критериях (чаще всего — цене и сроке доставки), не учитывают многомерность современных требований и не позволяют формализованно сопоставлять качественные и количественные показатели альтернатив [3]. Это делает актуальным развитие многофакторных методологических моделей, объединяющих экономические, логистические и риск-ориентированные критерии в единую процедуру рейтингового отбора. Именно эта проблема составляет ядро диссертационного исследования, частью которого является настоящая статья: применение многофакторных методологических моделей для обоснования выбора логистических посредников.

Целью статьи является анализ современных подходов к многофакторной оценке и рейтинговому отбору логистических посредников, систематизация этапов построения подобных моделей и обоснование направления развития данной методологии применительно к задаче повышения резильентности цепей поставок в контексте логистического рынка Казахстана.

1. Стратегии повышения резильентности как контекст задачи выбора посредника

Диверсификация базы поставщиков реализуется в нескольких формах. Мультисорсинг предполагает отказ от единственного источника снабжения в пользу нескольких параллельных поставщиков одного и того же ресурса или услуги, что снижает риск полной остановки поставок при сбое у одного из контрагентов [3]. Географическое распределение заказов заключается в размещении производства и закупок в разных регионах или странах, что снижает корреляцию рисков (природных, политических, логистических) между источниками снабжения. Nearshoring и friendshoring переносят фокус на географическую или политическую близость поставщика: nearshoring сокращает транспортное плечо и связанные издержки и выбросы, тогда как friendshoring отдаёт приоритет странам-партнёрам со схожими политическими интересами, снижая геополитическую уязвимость цепи.

Значимость данных стратегий подтверждается количественными исследованиями. Так, на выборке из 329 менеджеров по цепям поставок производственных и торговых компаний было показано, что стратегии диверсификации оказывают значимое положительное влияние на резильентность цепи поставок, которая, в свою очередь, опосредует связь между диверсификацией и устойчивостью показателей эффективности компании (совокупный эффект статистически значим), а наличие цифровых возможностей управления цепью поставок усиливает данный эффект [2]. Это подтверждает, что резильентность не сводится к самому факту наличия нескольких поставщиков, а зависит от качества управленческих решений при их выборе и координации.

Каждая из рассмотренных стратегий, однако, расширяет, а не сокращает объём решений, которые необходимо принимать логистическому менеджменту: диверсификация означает не одного, а нескольких кандидатов-посредников, оценка которых должна проводиться системно и сопоставимо. Соответственно, в литературе отмечается растущий интерес к интеграции критериев резильентности (гибкость, скорость восстановления, избыточность мощностей) в модели оценки поставщиков наравне с традиционными критериями стоимости и качества [3].

2. Многофакторные (MCDM) модели выбора логистических посредников

В научной литературе задача выбора логистического посредника традиционно решается методами многокритериального принятия решений (Multi-Criteria Decision Making, MCDM). Наиболее распространённой является связка метода анализа иерархий (Analytic Hierarchy Process, AHP) для определения весов критериев на основе попарных сравнений экспертов и метода TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) для итогового ранжирования альтернатив по близости к идеальному решению. Так, комбинация AHP и TOPSIS применялась для выбора логистического хаба на транспортном коридоре Восток — Запад с учётом критериев товарооборота, инфраструктуры и институциональной среды [4], а

также для оценки влияния трансазиатской железной дороги на выбор способа доставки грузов между Таиландом и Китаем с учётом стоимости, времени, объёма перевозок, надёжности, безопасности и экологичности маршрута [5].

Наряду с TOPSIS в задачах выбора логистического посредника применяется метод VIKOR (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), предложенный как инструмент поиска компромиссного решения при конфликтующих критериях. В основополагающей работе, сравнивающей оба метода, показано, что VIKOR использует линейную нормализацию критериев и ориентирован на максимизацию «группового выигрыша» при минимизации «индивидуального сожаления» оппонента, тогда как TOPSIS, использующий векторную нормализацию, определяет решение с наименьшим расстоянием от идеальной точки и наибольшим — от антиидеальной; при этом оба метода в большинстве практических случаев дают близкие, но не идентичные ранжирования альтернатив [6]. Именно это свойство VIKOR — поиск компромисса — особенно значимо для задачи выбора посредника, где снижение стоимости услуг зачастую противоречит повышению их резильентности и скорости восстановления после сбоя.

Развитием классической схемы AHP-TOPSIS являются модели на основе аналитического сетевого процесса (Analytic Network Process, ANP), учитывающие взаимозависимость критериев, а не только их иерархическое подчинение: применение ANP-TOPSIS показало эффективность при выборе поставщиков сырья с учётом критериев устойчивого развития [7]. Отдельное направление составляют нечёткие (fuzzy) модификации MCDM-методов, позволяющие работать с лингвистически неопределёнными экспертными оценками. Так, интеграция нечёткого AHP, TOPSIS и теории кумулятивных перспектив использовалась для выбора контейнерного терминала линейными судоходными компаниями с учётом их склонности к риску — исследование на примере шести терминалов Вьетнама показало, что решающим критерием выбора терминала является операционная эффективность [8], а комбинация метода наилучших-наихудших оценок (Best-Worst Method) с нечётким TOPSIS применялась непосредственно для решения задачи резильентно-устойчивого выбора поставщика с одновременным учётом экономических, экологических и социальных критериев [9].

Отдельно в литературе развивается направление, объединяющее критерии устойчивого развития (экологические и социальные) с экономическими критериями в задаче отбора поставщика, в том числе применительно к текстильной и швейной промышленности, где интегрированная модель AHP-TOPSIS использовалась для многокритериального анализа устойчивых поставщиков [10]. Общей чертой рассмотренных моделей является то, что они формализуют многокритериальную оценку альтернатив через последовательность этапов, обобщённых в таблице 1.

Этап	**Содержание**	**Типичные методы**	**Особенности применения к посредникам**
1. Структурирование проблемы	Формирование перечня альтернативных посредников и групп критериев их оценки	Экспертный опрос, анализ литературы, SWOT/PESTLE	Число альтернатив растёт при реализации мультисорсинга и географической диверсификации
2. Определение весов критериев	Попарное сравнение критериев экспертами и расчёт	AHP, ANP, Best-Worst Method	Субъективность оценок частично снижается за счёт проверки

	их относительной значимости		согласованности суждений
3. Оценка альтернатив	Сбор количественных и качественных данных по каждому посреднику для каждого критерия	Экспертные шкалы, нечёткие числа, статистические данные	Часть резильентностных критериев (резервные мощности, скорость восстановления) носит качественный характер
4. Агрегирование и ранжирование	Расчёт итогового рейтинга альтернатив на основе весов и оценок	TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE	Сопоставление результатов TOPSIS и VIKOR повышает устойчивость итогового решения
5. Анализ чувствительности	Проверка устойчивости рейтинга к изменению весов критериев и методу агрегирования	Варьирование весов, сравнение методов	Особенно важен при конфликте между стоимостью и резильентностью посредника

Таблица 1 — Обобщённые этапы построения многофакторной модели рейтингового отбора логистических посредников

3. Направление развития методологии применительно к задаче диссертационного исследования

Анализ рассмотренных работ показывает, что, несмотря на широкое распространение AHP-TOPSIS-подобных моделей, большинство из них ориентированы на статичную оценку поставщика по фиксированному набору критериев эффективности (цена, качество, срок) и лишь в отдельных случаях включают показатели резильентности как самостоятельную группу критериев [9, 8]. Это создаёт методологический разрыв между практической потребностью компаний в диверсификации, nearshoring- и friendshoring-стратегиях (см. раздел 1) и инструментарием, которым лица, принимающие решения, фактически пользуются при выборе конкретного логистического посредника.

В связи с этим представляется целесообразным развитие многофакторной методологической модели рейтингового отбора логистических посредников, объединяющей три группы критериев: экономические, операционные и резильентностные. Такая структура критериев отличается от большинства рассмотренных моделей тем, что резильентностная группа выделяется в самостоятельный блок, а не рассматривается как частный случай операционного качества. Обобщённый состав предлагаемой системы критериев представлен в таблице 2.

Группа критериев	**Примеры показателей**	**Источник / обоснование**
Экономические	стоимость услуг посредника; условия и сроки оплаты; наличие скидок при долгосрочном контракте	традиционные критерии MCDM-моделей [4, 5, 10]
Операционные	срок доставки; сохранность груза; полнота и точность документооборота; качество клиентского сервиса	традиционные критерии MCDM-моделей [4, 5, 8]

Резильентностные	географическая и политическая диверсифицированность маршрутов посредника; наличие резервных мощностей и альтернативных маршрутов; скорость восстановления сервиса после сбоя; готовность к мультисорсингу со стороны заказчика	стратегии диверсификации, nearshoring/friendshoring, эмпирически подтверждённая связь с резильентностью [2]; резильентно-ориентированные модели [9]

Таблица 2 — Предлагаемая система критериев многофакторной модели рейтингового отбора логистических посредников

Определение весов трёх групп критериев и входящих в них показателей предполагается провести методом AHP (либо ANP — при выявлении значимой взаимозависимости критериев, например между стоимостью услуг и резервированием мощностей), а итоговое ранжирование альтернативных посредников — методами TOPSIS и VIKOR с последующим сопоставлением результатов [6] для проверки устойчивости рейтинга к выбору метода агрегирования (этап 5, таблица 1). При наличии лингвистически неопределённых экспертных оценок — например, качественной характеристики надёжности резервных маршрутов — предполагается использование нечётких модификаций указанных методов по аналогии с рассмотренными исследованиями [8, 9].

Формализация данной модели составляет предмет дальнейшего этапа диссертационного исследования и будет апробирована на данных логистических посредников, работающих на рынке Республики Казахстан, включая экспедиторские и транспортные компании, обслуживающие внешнеторговые и транзитные грузопотоки. Планируется, что эмпирическая часть исследования будет включать формирование экспертной группы из специалистов логистических и внешнеторговых подразделений компаний, сбор попарных сравнений критериев, расчёт весов и итоговое ранжирование реальных альтернативных посредников с последующим анализом чувствительности полученного рейтинга.

Важным методологическим вопросом при построении подобной модели является выбор способа получения экспертных оценок по резильентностным критериям, значительная часть которых не поддаётся прямому количественному измерению (например, «готовность посредника к оперативному перераспределению грузопотока при сбое на основном маршруте»). В связи с этим на этапе апробации предполагается сочетание балльных экспертных шкал с последующей проверкой согласованности суждений (коэффициент согласованности AHP) и, при необходимости, переход к нечётким шкалам оценивания для наиболее неопределённых показателей. Такой подход позволяет сохранить методологическую строгость модели, не теряя при этом содержательной специфики резильентностных критериев, которая слабо выражена в большинстве рассмотренных зарубежных исследований [9, 8].

4. Практическая значимость для логистического рынка Казахстана

Практическая значимость предлагаемой модели для Казахстана обусловлена географическим положением страны на пересечении сухопутных транспортных коридоров, связывающих Китай, Центральную Азию, Каспийский регион и Европу. В условиях, когда часть традиционных маршрутов доставки грузов между Азией и Европой сталкивается с повышенными геополитическими и логистическими рисками, роль альтернативных сухопутных транзитных коридоров через территорию Казахстана возрастает, а вместе с ней — потребность грузовладельцев и экспедиторов в обоснованном выборе конкретных перевозчиков, операторов терминалов и таможенных посредников, обслуживающих эти маршруты. Многофакторная модель, объединяющая экономические, операционные и резильентностные критерии, может быть использована казахстанскими логистическими и внешнеторговыми компаниями не только как исследовательский инструмент, но и как

практическое средство поддержки принятия решений при формировании диверсифицированного портфеля логистических посредников.

Помимо практической ценности для отдельных компаний, систематизация критериев резильентности применительно к логистическим посредникам создаёт основу для дальнейших отраслевых и государственных инициатив по мониторингу устойчивости транзитных цепей поставок, проходящих через территорию Казахстана, что соответствует общей задаче повышения конкурентоспособности национальной транспортно-логистической системы.

Следует отметить и ограничения предлагаемого подхода. Во-первых, качество итогового рейтинга напрямую зависит от компетентности и непредвзятости привлекаемых экспертов, что требует тщательного формирования экспертной группы и проверки согласованности их суждений. Во-вторых, часть резильентностных показателей (в частности, скорость восстановления сервиса после сбоя) можно оценить объективно только по факту произошедшего нарушения, а до этого момента приходится опираться на экспертные или косвенные оценки, что вносит дополнительную неопределённость в модель. В-третьих, устойчивость итогового рейтинга к выбору конкретного метода агрегирования (TOPSIS или VIKOR) необходимо проверять для каждого практического случая отдельно, поскольку общего теоретического доказательства их эквивалентности не существует [6]. Учёт данных ограничений будет заложен в дизайн эмпирической апробации модели на следующем этапе диссертационного исследования.

Проведённый анализ показал, что современные стратегии повышения резильентности цепей поставок — диверсификация базы поставщиков, мультисорсинг, географическое распределение заказов, nearshoring и friendshoring — закономерно повышают многовариантность выбора логистических посредников и тем самым актуализируют задачу их обоснованного многофакторного отбора; данная связь имеет и эмпирическое подтверждение в современных исследованиях.

Обзор методов многокритериального принятия решений (AHP, ANP, TOPSIS, VIKOR и их нечётких модификаций) и обобщение этапов построения подобных моделей показали, что данный инструментарий эффективно применяется для ранжирования логистических посредников — от транспортных хабов до контейнерных терминалов и поставщиков сырья, однако критерии резильентности в большинстве существующих моделей учитываются фрагментарно.

Дальнейшее развитие темы в рамках диссертационного исследования предполагает построение интегрированной многофакторной методологической модели рейтингового отбора логистических посредников, объединяющей экономические, операционные и резильентностные критерии, с последующей апробацией на эмпирических данных логистического рынка Казахстана и учётом его роли в трансконтинентальных транзитных коридорах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ponomarov S.Y., Holcomb M.C. Understanding the concept of supply chain resilience // The International Journal of Logistics Management. — 2009. — Vol. 20, № 1. — P. 124–143. DOI: 10.1108/09574090910954873.
2. Alhaderi S.M. The Interaction of Diversification Strategies, Resilience, and Digital Capabilities in Driving Supply Chain Sustainability in Saudi Arabia // Sustainability. — 2025. — Vol. 17, № 18. — Art. 8299. DOI: 10.3390/su17188299.
3. Namdar J., Li X., Sawhney R., Pradhan N. Supply chain resilience for single and multiple sourcing in the presence of disruption risks // International Journal of Production Research. — 2018. — Vol. 56, № 6. — P. 2339–2360. DOI: 10.1080/00207543.2017.1370149.
4. Sopadang A., Banomyong R. Combining AHP and TOPSIS method for logistics hub selection // International Journal of Management and Decision Making. — 2016. — Vol. 15, № 2. — P. 134–153. DOI: 10.1504/IJMDM.2016.077764.
5. Lin Q., Zhang K., Huang D., Grifoll Colls M., Feng H. Evaluating the impact of Trans-Asian railway on logistics mode selection between Thailand and China: an AHP-TOPSIS approach // Alexandria Engineering Journal. — 2024. — Vol. 98. — P. 147–158. DOI: 10.1016/j.aej.2024.04.041.
6. Opricovic S., Tzeng G.-H. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS // European Journal of Operational Research. — 2004. — Vol. 156, № 2. — P. 445–455. DOI: 10.1016/S0377-2217(03)00020-1.
7. Masudin I., Habibah I.Z., Wardana R.W., Restuputri D.P., Shariff S.S.R. Enhancing Supplier Selection for Sustainable Raw Materials: A Comprehensive Analysis Using Analytical Network Process (ANP) and TOPSIS Methods // Logistics. — 2024. — Vol. 8, № 3. — Art. 74. DOI: 10.3390/logistics8030074.
8. Pham T.Y., Truong N.C., Nguyen P.H., Kim H.-S. The fuzzy MCDM for container terminal choice in Vietnam from shipping lines' perspective based on cumulative prospect theory // Asian Journal of Shipping and Logistics. — 2024. — Vol. 40, № 3. — P. 147–156. URL: https://doaj.org/article/898073233970435799 6b780dc9fad0f1.
9. Varchandi S., Memari A., Jokar M.R.A. An integrated best-worst method and fuzzy TOPSIS for resilient-sustainable supplier selection // Decision Analytics Journal. — 2024. — Vol. 11. — Art. 100488. DOI: 10.1016/j.dajour.2024.100488.
10. Ha N.N.P., Nguyen D.D., Le S.T.Q. Sustainable supplier selection in the apparel industry: An integrated AHP-TOPSIS model for multi-criteria decision analysis // Research Journal of Textile and Apparel. — 2024. DOI: 10.1108/RJTA-04-2024-0056.

https://doi.org/10.5281/zenodo.23089813

BÖYÜK BRİTANİYANIN MÜASİR İQTİSADİ MODEL VƏ STRUKTURU

ABDULLAYEVA ŞƏFƏQ HÜSEYN QIZI
Azərbaycan Dillər Universiteti, Fəlsəfə və ictimai elmlər kafedrasının
professoru, iqtisadiyyat üzrə fəlsəfə doktoru
Bakı, Azərbaycan

Annotasiya. *2020-ci ildə Böyük Britaniyanın Avropa İttifaqından çıxması, yəni Brexit, ölkənin iqtisadiyyatında və beynəlxalq əlaqələrində mühüm dönüş nöqtəsi oldu. Bu qərar ölkənin iqtisadi müstəqilliyini artırmaq məqsədi ilə qəbul edilərkən, bir sıra qısa və uzunmüddətli iqtisadi təsirləri də özü ilə gətirdi. Məqalədə Böyük Britaniyanın müasir dünya iqtisadiyyatındakı mövqeyi və iqtisadi inkişafının əsas xüsusiyyətləri təhlil edilir. Tədqiqatda xidmət sektorunun, xüsusən də maliyyə xidmətləri, beynəlxalq ticarət və sənayenin ölkənin iqtisadi modelindəki rolu araşdırılır. Böyük Britaniyanın elmi və texnoloji potensialı, innovasiya siyasəti və tədqiqat mərkəzlərinin iqtisadi inkişafa təsiri müzakirə olunur. Bundan əlavə, Brexitdən sonra ölkənin dünya iqtisadi sistemindəki mövqeyindəki dəyişikliklər və qlobal iqtisadi münasibətlərdə iştirakı qiymətləndirilir. Tədqiqatda güclü maliyyə sektorunun, inkişaf etmiş xidmət sektorlarının, innovasiya potensialının və beynəlxalq iqtisadi münasibətlərin Böyük Britaniyaya dünya iqtisadiyyatındakı əhəmiyyətli mövqeyini qorumağa imkan verdiyi qənaətinə gəlinir.*

Açar sözlər: *dünya iqtisadiyyatı, beynəlxalq ticarət, xidmət sektorları, texnoloji innovasiyalar, əmək bazarı.*

Giriş

Böyük Britaniya dünya iqtisadiyyatında mühüm yer tutan, yüksək inkişaf etmiş bir ölkədir. Onun iqtisadi modeli uzun tarixi təkamül nəticəsində formalaşmış və bu gün qarışıq iqtisadiyyat nümunəsi kimi qiymətləndirilir. Müasir dövrdə BB iqtisadiyyatı qlobal maliyyə mərkəzlərindən biri olaraq tanınır, eyni zamanda sosial təminat və bazar iqtisadiyyatı arasında balans axtarır.

Qlobal iqtisadi sistemin dinamik və dəyişkən olduğu müasir dövrdə aparıcı ölkələrin iqtisadi mövqeyi dünya siyasətinə və iqtisadi inkişaf axınlarına mühüm təsir göstərir. Bu baxımdan Böyük Britaniya öz tarixi, iqtisadi gücü və beynəlxalq əlaqələri ilə fərqlənir. Hər nə qədər Böyük Britaniya Avropa İttifaqından çıxmış olsa da, dünya iqtisadiyyatında tutduğu mövqe hələ də əhəmiyyətlidir. Londonun qlobal maliyyə mərkəzi kimi rolu, inkişaf etmiş xidmət sahələri, texnoloji yeniliklərə uyğunlaşma və beynəlxalq ticarətdəki iştirakı bu ölkənin iqtisadi cazibəsini artırır.

Brexit-dən sonra Britaniya iqtisadiyyatında baş verən dəyişikliklər və onların dünya iqtisadiyyatına təsirləri həm iqtisadçılar, həm də siyasi strateqlər üçün aktual tədqiqat obyektinə çevrilmişdir. Bu səbəbdən Böyük Britaniya iqtisadiyyatının müasir vəziyyəti və dünyadakı mövqeyinin təhlili elmi və praktik baxımdan mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Tədqiqat işinin əsas məqsədi Böyük Britaniya iqtisadiyyatının əsas strukturlarını, inkişaf istiqamətlərini və dünya iqtisadiyyatındakı mövqeyini təhlil etməkdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr müəyyən edilmişdir:

- Böyük Britaniya iqtisadiyyatının tarixi inkişaf mərhələlərinin araşdırılması;
- Ölkənin müasir iqtisadi strukturunun əsas sahələrinin təhlili;
- Beynəlxalq iqtisadi münasibətlərdə Böyük Britaniyanın rolu və təsir gücünün qiymətləndirilməsi;
- Brexit-in iqtisadi nəticələrinin araşdırılması;
- Gələcək inkişaf perspektivlərinin və çağırışların təhlili.

Tədqiqat işində tarixi, statistik və müqayisəli təhlil metodlarından istifadə olunmuşdur. Mənbə kimi etibarlı elmi ədəbiyyat, rəsmi dövlət qurumlarının hesabatları (məsələn, İngiltərənin Milli Statistika İdarəsi - ONS), beynəlxalq təşkilatların məlumat bazaları (ÜTT, IMF, Dünya Bankı və s.), həmçinin müasir analitik məqalələr istifadə edilmişdir.

Aparılmış araşdırmalar nəticəsində əldə olunan məlumatlar sistemləşdirilmiş, təhlil edilmiş və nəticələr əsasında elmi qənaətlər çıxarılmışdır.

Böyük Britaniya iqtisadiyyatı müasir dövrdə əsasən xidmət sektorunun üstünlüyü ilə xarakterizə olunur. Ümumi daxili məhsulun böyük hissəsini xidmət sektoru təşkil edir ki, bu da ölkənin beynəlxalq maliyyə, sığorta, hüquq və digər peşəkar xidmət sahələrində dünya liderliyini göstərir. Xüsusilə London şəhəri dünyanın aparıcı maliyyə mərkəzlərindən biri kimi tanınır və burada çoxsaylı beynəlxalq banklar, investisiya fondları və sığorta şirkətləri yerləşir.

İstehsalat sektoru isə Böyük Britaniya iqtisadiyyatında xidmət sektorundan sonra ikinci yerdə durur. Bu sahədə əsas diqqət yüksək texnologiyalı məhsulların istehsalına və sənaye innovasiyalarına yönəldilmişdir. Avtomobil sənayesi, kimya sənayesi, aviasiya və müdafiə sənayesi ölkənin mühüm sənaye sahələridir.

Əmək bazarında isə xidmət sektorunda çalışanların sayı istehsalat sahəsinə nisbətən xeyli çoxdur. Bununla yanaşı, ölkə əmək məhsuldarlığı göstəricilərinə görə dünya səviyyəsində rəqabət qabiliyyətinə malikdir. Təhsil səviyyəsinin yüksəklikliyi və peşəkar bacarıqların inkişafı əmək qüvvəsinin keyfiyyətini artırır.

Böyük Britaniyanın bu günkü iqtisadi modeli qarışıq iqtisadiyyat (mixed economy) prinsiplərinə əsaslanır. Yəni burada həm dövlət müdaxiləsi, həm də sərbəst bazar elementləri mövcuddur:

- Özəlləşdirmə və dövlətin rolu: Tetçer dövründə həyata keçirilən özəlləşdirmə siyasəti nəticəsində nəqliyyat, enerji, rabitə kimi sahələrdə dövlət mülkiyyəti xeyli azaldı. Lakin sosial təminat, təhsil və səhiyyə sahələrində dövlət hələ də əsas oyunçudur.
- Vergi siyasəti: Böyük Britaniyada proqressiv vergi sistemi mövcuddur. Gəlir vergisi və əlavə dəyər vergisi (ƏDV) əsas gəlir mənbələrindəndir. Hökumət həmçinin sosial təminatı dəstəkləmək üçün müxtəlif vergi güzəştləri tətbiq edir.
- İqtisadi siyasət: Mərkəzi Bank (Bank of England) monetar siyasətin həyata keçirilməsində müstəqildir və inflyasiyanın idarə olunması üçün faiz dərəcələrini tənzimləyir. Eyni zamanda fiskal siyasət vasitəsilə dövlət borcunun idarə olunmasına çalışılır.

Böyük Britaniya, xüsusən də London ənənəvi olaraq qlobal maliyyə mərkəzi olmuşdur. 1980-ci və 1990-cı illərdə yenidən strukturlaşdırma və tənzimləmə sektorunu transformasiya etdi [9, s. 493].

Maliyyə institutları arasında uzun müddətdir mövcud olan bəzi fərqlər daha az aydın olmuşdur. Məsələn, ev kreditləri əvvəllər tikinti cəmiyyətlərinin məsuliyyəti idi. Lakin getdikcə banklar və sığorta şirkətləri bu kreditləşmə sahəsinə daxil olurlar. İki əlaqəli inkişaf baş verdi: tikinti cəmiyyətinin filiallarının şəxsi kassa aparatları olan virtual banklara çevrilməsi və hər üç növ qurumun əmlak xidmətlərinə şaxələndirilməsi. Tikinti cəmiyyətləri həmçinin investisiya xidmətləri, sığorta, qəyyumluq, icra və torpaq xidmətlərində məhdud dərəcədə iştirak edirlər.

XX əsrin sonunda maliyyə xidmətləri sənayesində bir milyondan çox insan işləyirdi və ÜDM-in təxminən on ikidə birini təşkil edirdi. Maliyyə xidmətləri bəzi orta ölçülü şəhərlərdə, xüsusən də Lids və Edinburqda sürətlə inkişaf etsə də, London sənayedə üstünlük təşkil etməyə davam etdi və beynəlxalq maliyyə əməliyyatları üçün bir mərkəz kimi ölçüsü və nüfuzu artdı. Xarici valyuta və qiymətli kağızların ticarəti kimi kapital axını artdı. Nəticə etibarı ilə Londonda uzun müddətdir ki, dünyanın hər hansı digər şəhəri ilə müqayisədə daha çox xarici bank var. Baxmayaraq ki, Böyük Britaniya Aİ-dən çıxdıqdan sonra bu fərqin davam edib-etməyəcəyini görmək hələ də qalır. Artan rəqabət və texnoloji inkişaf dəyişiklikləri sürətləndirdi [2, s.157].

Beynəlxalq Fond Birjası yenidən təşkil edilərək, investorların səhm və səhmlərin alqı-satqısı ilə bağlı sifarişlərini yerinə yetirən brokerlərin və bu qiymətli kağızlarda bazarları "yaradan" spekulyatorların tarixi iki səviyyəli strukturunu ləğv etdi. Nəticədə yeni şirkətlər Britaniya və xarici bankları keçmiş broker və möhtəkirlərlə əlaqələndirirlər. Bu yeni maliyyə institutları 1986-cı il Maliyyə Xidmətləri Aktı, 1987-ci il Tikinti Cəmiyyətləri Aktı və 1987-ci il Bank Aktı ilə tənzimlənir.

1997-ci ildə hökumət maliyyə xidmətləri sənayesini tənzimləmək üçün Maliyyə Xidmətləri Orqanını (FSA) yaratdı; bəziləri özünütənzimləyən bir sıra ayrıca nəzarət orqanlarını əvəz etdi. Digər

vəzifələrlə yanaşı, FSA İngiltərə Bankından Böyük Britaniya kommersiya banklarına nəzarəti öz üzərinə götürdü.

FSA 2008-ci ildə başlayan və bir sıra tanınmış Böyük Britaniya banklarının xilas edilməsinə səbəb olan maliyyə böhranına reaksiyasına görə geniş şəkildə tənqid olundu. Nəticədə, 2012-ci il Maliyyə Xidmətləri Aktı FSA-nı ləğv etdi və 'üçtərəfli' maliyyə tənzimləmə sistemi (FSA, İngiltərə Bankı və Xəzinədarlıq) 2013-cü ildə üç yeni orqan, Maliyyə Davranışı Təşkilatı ilə əvəz olundu [1, s. 294]. Maliyyə xidmətləri firmalarını tənzimləmək və istehlakçıları qorumaq vəzifəsi daşıyan FCA, Maliyyə Siyasəti Komitəsi (FPC) və Prudensial Tənzimləmə Təşkilatı (PRA) - sonuncu ikisi İngiltərə Bankına daxil edilmiş və banklara nəzarət və tənzimləmə geri qaytarılmışdır.

İngiltərə Bankı İngiltərə və Uelsdə əskinas buraxmaq üçün müstəsna hüququnu özündə saxlayır (Şotlandiya və Şimali İrlandiyada bankların öz ərazilərində bunu etmək üçün məhdud hüquqları var). 1997-ci ildə İngiltərə Bankına faiz dərəcələrinin ümumi strukturuna təsir edən repo və ya etalon dərəcəsini təyin etmək səlahiyyəti verildi. Bankın hökumətdən verdiyi daimi göstəriş faiz dərəcəsini illik 2,5 faiz inflyasiya hədəfinə uyğun təyin etməkdir. Bank həmçinin valyuta bazarlarına fəal şəkildə müdaxilə edir və hökumətin bankiri kimi çıxış edir. Funt sterlinq əsas beynəlxalq valyutadır. Sığorta şirkətləri, pensiya fondları, investisiya trestləri və vahid trestlər daxil olmaqla müxtəlif qurumlar fərdi əmanətləri investisiyaya yönəldirlər. Maliyyə evləri yaşayış ipotekasının, eləcə də korporativ kreditlərin və lizinqlərin əsas təminatçılarıdır.

Pul bazarı fəaliyyətlərinə veksellərin ticarəti, depozit sertifikatları, qısamüddətli depozitlər və getdikcə daha çox sterlinq kommersiya kağızı daxildir. Digər bazarlara avrovalyuta, avrobondlar, xarici valyuta, maliyyə fyuçersləri, qızıl, dəniz brokerləri, yük fyuçersləri, kənd təsərrüfatı və digər əmtəə fyuçersləri ilə məşğul olmaq daxildir.

Görünməz ticarətin payı (maliyyə xidmətlərindən daxilolmalar və ödənişlər, faizlər, mənfəət və dividendlər, Böyük Britaniya və digər ölkələr arasında köçürmələr) 1960-cı illərdən başlayaraq ölkənin ümumi xaricdəki mənfəətinin təxminən üçdə birindən yarısına qədər artmışdır [5, s. 311]. Xidmət əməliyyatları bu sahədə sürətlə artıb və maliyyə xidmətləri ən sürətlə artıb.

Böyük Britaniya iqtisadi inkişafını təmin edən əsas amillərdən biri də elmi-texnoloji tərəqqidir. Ölkə yüksək səviyyəli universitetləri, tədqiqat mərkəzləri və innovasiya infrastrukturu ilə seçilir. Cambridge və Oxford kimi dünya şöhrətli universitetlər, texnologiya və biotexnologiya sahəsində aparıcı elmi araşdırmaların mərkəzləridir.

Süni intellekt, yaşıl enerji və biotexnologiya Böyük Britaniyanın innovasiya strategiyasının əsas istiqamətləridir. Ölkə həm dövlət, həm də özəl sektor tərəfindən bu sahələrə böyük investisiyalar yatırır. Bu, həm yerli iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətini artırır, həm də beynəlxalq arenada mövqeyini gücləndirir.

Startap ekosistemi Böyük Britaniyada sürətlə inkişaf edir. London, Cambridge və digər böyük şəhərlərdə innovativ şirkətlər yaranır və qlobal bazara çıxış üçün əlverişli şərait formalaşır. Hökumətin dəstək proqramları bu prosesə əlavə təkan verir.

Ölkənin innovasiya siyasəti və onun həyata keçirilməsinin təkmil mexanizmləri təkcə böhrandan çıxmaq üçün deyil, həm də beynəlxalq aləmdə sıçrayış əldə etmək üçün ən perspektivli üsullardan biridir. Biliklərdən, qabaqcıl texnologiyalardan və yüksək ixtisaslı kadrlardan istifadə Böyük Britaniya təcrübəsinin göstərdiyi kimi, milli elmin və iqtisadiyyatın, o cümlədən orta və kiçik müəssisələrin inkişafı yolu ilə inkişafının sabitliyini təmin etməyə imkan verir ki, bu da ölkənin imicinə, investisiya cəlbediciliyinə və rəqabət qabiliyyətinə müsbət təsir göstərir.

Müəyyən bir ölkənin dövlət innovasiya siyasəti, bir qayda olaraq, konkret modelin "saf" ifadəsi deyil, müxtəlif istiqamətli tədbirlər məcmusudur. Beləliklə, iqtisadiyyatı inkişaf etmiş demək olar ki, bütün ölkələrdə innovasiya siyasəti ümumi iqtisadi strategiyanın prioritet sahəsidir və innovativ fəaliyyətin stimullaşdırılması makroiqtisadi, hüquqi və təşkilati xarakterli müxtəlif tədbirlərin kompleks şəkildə tətbiqi yolu ilə həyata keçirilir.

Böyük Britaniya elmi inkişafları kommersiyalaşdırmaq kimi strateji məqsədi ilə həmişə akademik elm və ixtiraların ön sıralarında olmuşdur. Ölkənin innovasiya sisteminin tərkib hissəsinə

çevrilmiş universitetlərdə fundamental tədqiqatlara böyük diqqət yetirilmişdir. Hökumət innovasiyalar üçün əlverişli mühitin yaradılmasında katalizator kimi həmişə mühüm rol oynayıb.

1990-cı illərin ortalarından etibarən hökumət bilik iqtisadiyyatına xüsusi diqqət yetirir, innovasiyaların əhəmiyyətini vurğulayan və ölkənin qlobal miqyasda rəqabət qabiliyyətini artırmaq üçün hökumətin innovasiyalara və biliklərin transferinə nə üçün böyük sərmayə qoyması lazım olduğunu izah edən bir sıra Ağ Sənədlər dərc edir [7, s.189]. Bu sənədlərdə qabaqcıl istehsal, dizayn və istehsalla bağlı digər yüksək peşəkarlıq sahələri - nanotexnologiya, biotexnologiya, elektrik nəqliyyat vasitələri, yaşıl texnologiyalar, tibb və səhiyyə, yeni materiallar kimi milli əhəmiyyətli bir sıra sektorlar öz əksini tapıb.

Britaniya innovasiya siyasətinin əsas istiqamətləri və strategiyaları 2000-ci illərin əvvəllərinə qədər Böyük Britaniyada innovasiyaları stimullaşdırmaq və inkişaf etdirmək üçün məqsədyönlü mərkəzləşdirilmiş siyasət mövcud deyildi. 2003-cü ildə Böyük Britaniyanın Ticarət və Sənaye Departamenti hökumətin texnoloji inkişaf strategiyasını dərc etdi və 2004-cü ildə yeni texnologiyaların yaradılmasına sərmayə yatırmaq, onların inkişafı və kommersiyalaşdırılmasına dəstək vermək üçün Texnologiya Strategiya Şurası yaradıldı. Böyük Britaniyanın uzunmüddətli inkişafı üçün nisbətən əhatəli innovasiya strategiyası yalnız 2008-ci ildə tərtib edilmişdir.

Keçmişdə innovasiyanın əsas hərəkətverici qüvvəsi adətən fundamental tədqiqatlara sərmayə kimi görünürdü, nəticələri daha sonra sənayedə kommersiyalaşdırılırdı. Bu yanaşma siyasi təşəbbüslərlə də dəstəklənirdi. Reallıqda, bəzi iqtisadçıların qeyd etdiyi kimi, innovasiya prosesi çoxlu müxtəlif komponentlərə malikdir və onun tərəqqisi təkcə təkliflə deyil, həm də tələblə müəyyən edilir. Əsas elmi kəşflər uzunmüddətli innovasiya prosesi üçün vacibdir, lakin laboratoriyadan bazara gedən yol uzun, mürəkkəb və qeyri-müəyyəndir. 2008-ci ildə nəşr olunan İnnovasiya Nation proqramı təşkilatların universitetlər, digər şirkətlər və təchizatçılarla əməkdaşlıq etdiyi və ya onların toplanmış təcrübəsindən faydalandığı açıq innovasiya modelinin vacibliyini qeyd etdi. İstehlakçılar həm müstəqil, həm də bizneslərlə birgə və ya ictimai xidmətlərin birgə istehsalçıları kimi innovasiya agentləri olurlar.

Bu modelin tətbiqi ilə əlaqədar hazırda Böyük Britaniyanın dövlət innovasiya siyasətinin əsas istiqamətləri bunlardır: elm və innovasiyanın dövlət tərəfindən maliyyələşdirilməsinin optimallaşdırılması, fundamental tədqiqatların inkişafı, o cümlədən innovasiya sahəsinə xarici kapitalın cəlb edilməsi ilə özəl sektorun innovasiya fəaliyyətinin stimullaşdırılması.

Böyük Britaniyada iqtisadi inkişaf üçün strateji planlar 15-20 il müddətinə tərtib edilir və həyatın bütün sahələrində qərarların qəbulu üçün əlaqələndirilmiş, birləşdirici və inteqrasiya mexanizmini təmsil edir [4, s. 189]. Uzunmüddətli və ortamüddətli prioritetlər müəyyən edilərkən strateji plan və proqramlarda hər bir konkret regionun güclü və zəif tərəfləri, risk və təhlükələr, xarici amillər nəzərə alınır və onların həyata keçirilməsi üzrə tədbirlər sistemləri, büdcədənkənar vəsaitlərin cəlb edilməsi mexanizmləri və resursların bölüşdürülməsi prinsipləri əvvəlcədən müəyyən edilir. Strateji planlar hərtərəfli aralıq və yekun nəticələrin müəyyən edilməsi ilə addım-addım inkişaf sayəsində sabitliyin əsası olmaqla yanaşı, həm də maliyyələşdirmə üçün əsasdır. Onlar həmçinin dövlət orqanlarının, dövlət qurumlarının, ictimai təşkilatların və özəl sektorun cəlb olunduğu strateji tərəfdaşlıq əlaqələrinin yaradılmasını nəzərdə tutur.

Böyük Britaniyanın strateji planlaşdırma sistemi hazırda Avropa İttifaqının proqramlaşdırma sistemi ilə, 2007-2013-cü illər üçün Avropa strateji inkişaf proqramı ilə ayrılmaz şəkildə bağlıdır [6, s. 178]. Ümumi strateji prinsiplər üç əsas prioritet əsasında uzunmüddətli struktur investisiya proqramlarının formalaşdırılmasını nəzərdə tutur: Aİ-yə üzv dövlətlərin, regionların və şəhərlərin cəlbediciliyinin artırılması, onların biznes üçün əlçatanlığının artırılması; göstərilən xidmətlərin keyfiyyətinə zəmanət; ekoloji potensialın qorunması.

İnnovasiya siyasəti, artıq qeyd edildiyi kimi, Britaniya hökumətinin strateji planlaşdırma proqramlarının mərkəzi komponentlərindən biridir və tənəzzülə qarşı mübarizənin əsas yolu hesab olunur. Onun əsas məqsədləri elmi nailiyyətlərin istehsalatda və həyatın digər sahələrində tətbiqi, bilik tutumlu və yüksək texnologiyalı sənaye sahələrində iş yerləri yaratmaq, beynəlxalq ticarəti genişləndirmək və istedadlıları elmə, dizayn və təhsilə cəlb etməkdir. İnnovasiyaların, sahibkarlığın

stimullaşdırılması, bilik iqtisadiyyatının artımı, tədqiqat və yeni avadanlıq, informasiya şəbəkələri və kommunikasiya texnologiyaları daha keyfiyyətli iş yerlərinin yaradılmasına kömək edir , məşğulluğun artımını, işçilərin və şirkətlərin sürətlə dəyişən şəraitə uyğunlaşmasını təmin edir, insan kapitalına investisiyaları artırır.

Bu sahədə ən səmərəli olanı universitetlərin bazasında yaradılan elm və texnologiyalar parklarıdır (məsələn, Kembric, Aston və s.), "texnoloji dəhlizlər", "texnoloji klasterlər" və s. Onların köməyi ilə yeni elm tutumlu müəssisələrin yaranması və böyüməsi üçün əlverişli mühit yaradılır, investisiyalar cəlb olunur.

Böyük Britaniya hökuməti biznesin inkişafı üçün cəlbedici mühit və mexanizmlər yaratmaqla, Dünya Bankının fikrincə, OECD ölkələri arasında sahibkarlıq üçün ən aşağı maneələri təmin etmişdir. Böyük Britaniya 2007-ci ildə biznesin aparılmasına görə dünyanın ilk on ölkəsi (181 ölkə arasında altıncı yer) sırasında yer almışdır ki, bu da ölkədə əlavə 4,7 milyon yeni müəssisənin yaradılmasına imkan vermişdir. Hazırda Böyük Britaniyada KOM-lar ümumi biznes həcminin 99%-ni təşkil edir, ölkədə ticarət dövriyyəsinin 52%-ni və məşğulluğun 60%-ni təmin edir [8, s. 840].

Böyük Britaniya bu yaxınlarda xaricdə yaxşı ideyalar axtarmaq üçün elm attaşeləri şəbəkəsini iki dəfə artırdı. Bununla belə, 2010-cu il ümumi seçkilərindən sonra hakimiyyətə gələn Mühafizəkar-Liberal koalisiyasının yeni siyasətinə əsasən, ölkə pula qənaət etmək üçün dövlət xərclərinin strukturuna və həcminə, o cümlədən innovasiya siyasətinin dəstəklənməsinə ciddi şəkildə yenidən baxmalıdır [3, s. 122]. Hökumət innovasiya prosesində mühüm rol oynayan səhiyyə, biznes, təhsil və s. sahələrdə xidmət göstərən bir sıra dövlət komitələrini artıq ləğv edib.

Biznes, İnnovasiya və Bacarıqlar Departamentinin Elm və İnnovasiyaların Təhlili Direktorunun müavini K.Smitin sözlərinə görə, Böyük Britaniyanın son büdcəsində elmə ayrılan xərclərin payı təxminən 15% azalıb. Elmi ictimaiyyət bunun öhdəsindən necə gələcəyinə qərar verməli olacaq. Amma idarənin üzərində işləməkdə davam etdiyi bir sıra prioritet layihələr də var. Məsələn, bir sıra innovasiya texnologiyaları mərkəzlərinin tikintisi davam etdiriləcək, birincisi qabaqcıl istehsal texnologiyaları üzərində işləyəcək. Hökumət fundamental tədqiqatları dəstəkləməkdə böyük rolu saxladı və statistika göstərir ki, burada işlər həqiqətən də yaxşı gedir. Böyük Britaniyanın cəmi 60 milyon əhalisi olmasına baxmayaraq, ölkə elmi nəşrlərin sayına görə ABŞ-dan sonra ikinci yerdədir.

İnnovasiyanın inkişafına həm də biznes mühitində etimad və qarşılıqlı yardım səviyyəsinin çox yüksək olması da təsir göstərir. Böyük Britaniyada vençur kapitalının ölçüsü, Amerika standartlarına görə olduqca təvazökar olsa da, hələ də digər Avropa ölkələrindən xeyli böyükdür. Bir çox tədqiqatçılar qeyd edirlər ki, Britaniya innovasiya sisteminin əsas problemi tədqiqat nəticələrinin kommersiyalaşdırılmasıdır. Britaniya alimləri və mühəndisləri yeni patentlərin işlənib hazırlanmasında uğur qazanıblar, lakin belə bir fikir var ki, Böyük Britaniyanın özündə bütün bu nailiyyətlərdən lazımi səviyyədə istifadə olunmayıb.

İnnovasiya fəaliyyətinin inkişafı sahəsində elmə və sənayeyə xüsusi əhəmiyyət verilirdi. Elm və innovasiya fəaliyyətinə dövlət və özəl investisiyalar informasiya-kommunikasiya texnologiyalarının yayılması yolu ilə uzunmüddətli iqtisadi artıma nail olmaq və həyat keyfiyyətini yüksəltmək üçün mühüm vasitə hesab olunurdu. İnnovasiya strategiyasındakı əsas öhdəliklərə bizneslə əməkdaşlıqda peşəkar hazırlığı təşviq etmək üçün yeni fondun yaradılması və departamentlər tərəfindən innovasiya yönümlü dövlət satınalmaları planlarının hazırlanması daxildir. Bundan əlavə, biznes və elmi-tədqiqat təşkilatları arasında əlaqələrin qurulması üçün vauçerlər şəklində regional təşəbbüslərin inkişafına, dövlət sektorunda innovasiyalar üçün yeni şəbəkələrin və laboratoriyaların yaradılmasına, innovasiya proseslərinin ölçülməsi və təhlili üçün universitet sektorunda İnnovasiya Araşdırma Mərkəzinin yaradılmasına böyük diqqət yetirilmişdir.

Böyük Britaniya İnnovasiya Strategiyası innovasiya prosesinin müxtəlif aspektlərini təqdim edən bir sıra bölmələri ehtiva edir:

- innovasiyaya tələb;
- biznes sektorunda innovasiyalara dəstək;
- yeniliyin tədqiqat bazası ilə əlaqələndirilməsi;
- beynəlxalq innovasiya;

- innovasiya ilə bağlı peşə təhsili və təlimi;
- dövlət sektorunda innovasiyalar;
- regional yenilik.

Beləliklə, elmi-texnoloji inkişaf Böyük Britaniyanın dünya iqtisadiyyatında gələcəkdə də önəmli oyunçu olmasına zəmin yar.

Nəticə

Böyük Britaniya uzun əsrlərdən bəri dünya iqtisadiyyatında əhəmiyyətli rol oynayan ölkələrdən biri olmuşdur. Sənaye inqilabının başlanğıc nöqtəsi kimi tarixdə xüsusi yer tutan bu ölkə, XIX və XX əsrlərdə dünya iqtisadi sistemində hegemonluq rolunu qazanmışdır. Müasir dövrdə isə Böyük Britaniya inkişaf etmiş ölkələr sırasında xidmət sektorunun üstünlüyü və beynəlxalq maliyyə mərkəzi kimi öz mövqeyini qoruyur.

Böyük Britaniyanın qlobal inteqrasiyası, güclü maliyyə sektoru, inkişaf etmiş sənayesi və düşünülmüş dövlət siyasəti ölkəyə dünya miqyasında güclü mövqe qazandırır.

Böyük Britaniyanın dünya iqtisadiyyatındakı rolunun bəzi aspektləri:

Qlobal maliyyə xidmətləri bazarında dominant mövqedədir. Ölkədə dünyanın ən mühüm əmtəə və birjaları, o cümlədən dünyanın ən böyüklərindən biri olan London Birjası yerləşir. Dünyada beynəlxalq istiqraz ticarətinin beşdə üçü Böyük Britaniyada, xarici aktivlərin və törəmə alətlərin beşdə ikisi, valyuta əməliyyatlarının üçdə birindən bir qədər az hissəsi cəmləşib və beynəlxalq borcların beşdə biri həyata keçirilir.

Yüksək texnologiyalı məhsul və xidmətlərin ixracı da bu ölkəyə xasdır. Maşınqayırma və nəqliyyat, sənaye və kimya məhsulları Böyük Britaniyanın əsas ixrac məhsullarıdır.

Böyük Britaniya İqtisadi Əməkdaşlıq və İnkişaf Təşkilatının, Dünya Ticarət Təşkilatının, Beynəlxalq Valyuta Fondunun və Dünya Bankının üzvüdür və bu təşkilatlar və sazişlər çərçivəsində müxtəlif kollektiv qərarların qəbulunda əsas rol oynayır.

Nəticə olaraq bunu qeyd edək ki, Böyük Britaniya iqtisadiyyatı böyük bir yol keçib. Hal-hazırki iqtisadiyyat əsrlərin təcrübəsinin nəticəsidir. Bu gün Böyük Britaniya bir sıra mühüm iqtisadi göstəricilər üzrə lider mövqeyini qoruyub saxlayır. Belə ki, xarici investisiyaların həcminə görə dünyada 2-ci, ixracın payına görə 4-cü, sənaye istehsalına görə isə 5-ci yerdədir.

İSTIFADƏ EDILMIŞ ƏDƏBIYYAT SIYAHISI

1. Abdullayeva Ş. Britaniya iqtisadiyyatının inkişaf mərhələləri. Bakı, 2024. 294 s.
2. Abdullayeva Ş. Böyük Britaniya iqtisadiyyatı. Bakı, 2025. 157 s.
3. Hacıyev Ş.H., Bayramov A.İ. Dünya iqtisadiyyatının tarixi. Bakı, 2011. 122 s.
4. Qasımlı M., Fətəliyev M. Avropa və Amerika ölkələrinin müasir tarixi. II hissə. Bakı, 2008.
5. 189 s.
6. Lomakin V. K. Dünya iqtisadiyyatı. Bakı, 2013. 311 s.
7. Qromıko A.A. Birləşmiş Krallıq. Moskva, 2009. 178 s.
8. Nikolaev İ.P. Dünya iqtisadiyyatı. Moskva, 2018. 189 s.
9. Nikolaev İ.P. Dünya iqtisadiyyatı. Moskva, 2020. 840 səh.
10. Şerbanin Yu.A. Dünya iqtisadiyyatı. Moskva, 2019. 493 səh.

https://doi.org/10.5281/zenodo.23089888

İQTİSADİYYAT

İSMAYILOVA AİDƏ VƏLİ QIZI
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində
Sənaye və Texnologiya Kollecinin müəllimi
Bakı, Azərbaycan

AZADƏLİYEVA GÜLXAR ƏYYUB QIZI
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində
Sənaye və Texnologiya Kollecinin müəllimi
Bakı, Azərbaycan

Annotasiya. *Böyük İpək Yolu" boyunca yerləşən hər bir dövlətlə mədəni və siyasi əlaqələri inkişaf etdirir. Açıq dünya iqtisadiyyatı və açıq beynəlxalq əlaqələr qurmaqda Çinin müdrikliyi hər gün daha cəlbedici olur. Məqalədə "Böyük İpək Yolu"nun tarixi inkişafı və onun geosiyasi münasibətlərin formalaşmasındakı rolu araşdırılır. Tədqiqatda "İpək Yolu"nun Şərq və Qərb arasında ticarət, mədəniyyət və diplomatik əlaqələrin inkişafına təsiri təhlil edilir. Marşrut üzərində yerləşən dövlətlərin iqtisadi və strateji maraqları, nəqliyyat və kommunikasiya imkanlarından istifadə etməklə regional mövqelərini gücləndirmələri nəzərdən keçirilir. Həmçinin tarixi "İpək Yolu"nun müasir dövrdə "Yeni İpək Yolu" və "Bir kəmər – bir yol" layihələri çərçivəsində yenidən aktuallaşması və bunun regional iqtisadi və geosiyasi proseslərə təsiri qiymətləndirilir. Məqalədə marşrutun turizm, logistika, investisiya və beynəlxalq iqtisadi əməkdaşlıq baxımından yaratdığı imkanlar da nəzərdən keçirilir. Araşdırmanın nəticəsi olaraq "Böyük İpək Yolu"nun yalnız tarixi ticarət marşrutu deyil, həm də dövlətlərin iqtisadi, siyasi və strateji maraqlarının kəsişdiyi mühüm geosiyasi məkan olduğu qənaətinə gəlinir.*

Açar sözlər: *"Böyük İpək Yolu", logistika, geosiyasət, nəqliyyat, iqtisadi əlaqələr.*

Giriş

"Böyük İpək Yolu" tarixi boyunca yalnız iqtisadi və mədəni əlaqələrin deyil, həm də geosiyasi proseslərin formalaşmasında həlledici rol oynamışdır. Bu yol qədim dövrlərdə Asiya, Yaxın Şərq və Avropanın müxtəlif mədəniyyətləri arasında intensiv ticarət və qarşılıqlı təsirin inkişafına şərait yaratmışdır. Bununla yanaşı, "İpək Yolu"nun yerləşdiyi strateji məkanlar dövlətlər arasında siyasi və diplomatik münasibətlərin möhkəmlənməsində mühüm vasitə olmuşdur. Tarixi mənbələr göstərir ki, bu marşrut təkcə mal mübadiləsi üçün istifadə olunmamış, həm də dövlətlərin geosiyasi mövqelərinin gücləndirilməsi, regional stabilliyin təmin olunması və yeni siyasi ittifaqların yaranmasında əhəmiyyətli funksiyalar yerinə yetirmişdir.

"Böyük İpək Yolu"nun tədqiqi müasir geosiyasi analitiklər üçün həm tarixi, həm də nəzəri baxımdan əhəmiyyətlidir. Marşrut boyunca formalaşmış qarşılıqlı iqtisadi asılılıq və diplomatik əlaqələr, dövlətlərin strateji maraqlarını qorumaq üçün tətbiq etdiyi siyasət və mexanizmlər, geosiyasi nəzəriyyələrin tətbiqində dəyərli nümunə təşkil edir. Eyni zamanda, bu yol üzərində yaranmış mədəni və iqtisadi inteqrasiya dövlətlərin regional təsir dairələrinin formalaşmasına və sərhəd boyunca qarşılıqlı etimad mexanizmlərinin inkişafına təkan vermişdir. Bu aspektlər "Böyük İpək Yolu"nu yalnız tarixi ticarət marşrutu kimi deyil, həm də geosiyasi proseslərin öyrənilməsi üçün kompleks araşdırma obyekti kimi qiymətləndirməyə imkan verir.

"Böyük İpək Yolu"nun geosiyasi aspektləri onun yerləşdiyi strateji ərazilər və tranzit dövlətlərlə sıx bağlıdır. Tarixi məlumatlar göstərir ki, yol boyunca yerləşən dövlətlər yalnız iqtisadi məqsədlərlə deyil, həm də siyasi və hərbi maraqlarını qorumaq üçün müxtəlif strategiyalar tətbiq etmişlər. Bu strategiyalar arasında diplomatik ittifaqlar, hərbi müdafiə və ticarət vergiləri xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Bu da göstərir ki, ticarət və iqtisadi əlaqələr geosiyasi proseslərin ayrılmaz bir

hissəsi olmuşdur. Eyni zamanda, "İpək Yolu"nun təhlükəsizliyi və sabitliyi regional dövlətlərin ortaq maraqlarına əsaslanan mexanizmlərlə təmin olunmuşdur ki, bu da müasir geosiyasi tədqiqatlar üçün qiymətli tarixi dərslər təqdim edir.

"Böyük İpək Yolu"nun öyrənilməsi həm tarixi, həm də müasir geosiyasi təhlil üçün metodoloji zəmin yaradır. Tarixi dövr üzrə tədqiqatlar göstərir ki, dövlətlər arasında iqtisadi və diplomatik əlaqələr, resursların və strateji məkanların paylaşımı geosiyasi tarazlığın formalaşmasına səbəb olmuşdur. Müasir dövrdə isə tarixi marşrutun bərpası və genişləndirilməsi dövlətlərin regional təsir dairələrinin genişləndirilməsi və qlobal iqtisadi və geosiyasi oyunlarda iştirakını gücləndirir. Bu baxımdan "Böyük İpək Yolu" həm tarixi, həm də aktual geosiyasi proseslərin tədqiqi üçün bir fenomendir və dövlətlərarası münasibətlərin və regional stabilliyin anlaşılması üçün əsaslı araşdırma obyektini təşkil edir.

"Böyük İpək Yolu"nu əsrlərə gedib çıxan Şərqlə Qərb arasında əlaqələrin simvolu adlandırmaq olar. Bu transqitə yolun yaranması min illər əvvəl mövcud olan ticarət, mədəni və mənəvi əlaqələrin məntiqi davamı idi. Hətta Xalkolit və Tunc dövrlərində yaranmış ilk sivilizasiyalar və ilkin dövlət birlikləri də tutduqları məkanı genişləndirməyə çalışırdılar. Bunlara Kritomysensian, Misir, Mesopotamiya, Luristan əraziləri, Zaqafqaziya və Şimali Qafqaz mədəniyyətləri, Orta Asiyanın cənubunda Namazginskaya, Harappan İndus Vadisi, Çinin Yin sivilizasiyası daxildir. Bu dövrdə ticarət əməliyyatları uzunluğu bir neçə min km olan ərazilərdə aparılırdı. Bunu alimlərin çoxsaylı tədqiqatları sübut edir [8, s. 82].

Yüngül, daşınması asan və gözəlliyi ilə cəlbedici olan ipək qədim Çin və digər mədəniyyətlər arasında sülhün yaradılmasında vasitəçi oldu. Bu, praktiki məhsul və eyni zamanda görünən dəbdəbəli əşya, uğurun və iqtisadi rifahın göstəricisi idi. Qədim dövrlərdə ipəyə tələbat o qədər yüksək idi ki, incə parça Çini ticarət yolu ilə xarici dünya ilə möhkəm və daimi birləşdirməyə kömək edirdi.

İnsanlar məhsul mübadiləsinə başladılar: ərzaq, mal-qara, tunc və dəmir məmulatları, qiymətli xəzlər, parçalar və s. Əvvəlcə müntəzəm mübadilə olub, sonra isə pula alqı-satqı, ticarət başlayıb. Bununla yanaşı da ölkələri, şəhərləri, xalqları birləşdirən bazarlar, yarmarkalar, ticarət yolları yaranıb.

Marşrutların ayrı-ayrı hissələri birləşdi, yollar qərbə və şərqə, şimala və cənuba uzandı, getdikcə daha çox yeni ərazilər ələ keçirdi.

Eramızdan əvvəl II əsrin ortalarından müntəzəm ticarət və diplomatik arteriya kimi fəaliyyət göstərməyə başladı. XIV əsrə qədər, dəniz yollarının kəşfinə qədər mövcud olan Şərqlə Qərb arasında antik dövrün və orta əsrlərin transqitə yolu oldu.

Eramızdan əvvəl III-II minilliklərdən başlayaraq "Böyük İpək Yolu"nun ayrı-ayrı hissələri var idi:

- Lazurit marşrutu Orta Asiya və Yaxın Şərqi Aralıq dənizi və Hindistanla birləşdirdi:

- Jade Yolu Şərqi Türküstanı Çinlə birləşdirdi. Siandan gələn yol Lançjoudan keçərək Dunxuanğa gedirdi və orada çəpərlənirdi: Şimal yolu Turfandan keçir, sonra yüksək dağlıq Pamiri keçərək Fərqanə vadisinə enir və Qazax çöllərindən keçirdi:

- "Çöl yolu" (e.ə. I minilliyin ortaları) - Qara dəniz bölgəsindən Don sahillərinə, sonra Cənubi Uraldakı Sarmatların torpaqlarına, daha sonra Yuxarı İrtış bölgəsində və Zay-san adasında məskunlaşan Argipplər ölkəsinə (Herodota görə).

629-cu ildə Buddist zəvvar Xuan-Jiang "Buddanın müqəddəs qalıqlarına baxmaq və ilahiyyatı ciddi şəkildə öyrənmək üçün" Çindən Hindistana yola düşdü. O, Çini Qərblə birləşdirən beynəlxalq marşrutla səyahət edib. Gündəliyində bütün səyahətini təsvir edərək yazır ki, onlar "Şəffaf Göy Göl" (İsık-Kul) vasitəsilə Suyab şəhərinə gəlib, orada türk xaqanı ilə görüşüblər. Türk xaqanındakı qəbulu təsvir edən Xuan-Jiang türk zadəganlarının ipək paltarlarının dəbdəbəsini dəfələrlə vurğulayır [1, s. 178].

İpəyin ixtirası, Çin arxeologiyasına görə, neolit dövrünə aiddir (Tayhu gölünün yaxınlığında, Zhejiang əyalətində qazıntılar - ipək parçalar, kəmərlər və iplik tapılmışdır).

VI-V əsrlərdə Çin ipəyi başqa ölkələrə ixrac olunmağa başladı. Altayda Pazırık "kral" kurqanlarından birinin (e.ə. V əsr) və Cənubi və Qərbi Avropadakı (e.ə. VI-V əsrlər) dəfnlərin qazıntıları zamanı üzərində fenikslər işlənmiş ipək yorğan aşkar edilmişdir.

Sakların və skiflərin köçəri tayfaları ipəyin yayılmasında iştirak etmişlər, onların vasitəsilə həmin ekzotik əmtəə Orta Asiyaya çatmışdır.

VI-VII əsrlərdə ən işlək marşrut Çindən Qərbə Semireçya və Cənubi Qazaxıstandan keçən marşrut idi.

Avropa tarixşünaslığında "Böyük İpək Yolu" anlayışının özü yalnız XIX əsrdə yaranmışdır. "Böyük İpək Yolu" termini 1877-ci ildə alman coğrafiyaşünası Rixthofen tərəfindən təqdim edilmişdir.

Keçmiş Sovet Orta Asiya respublikalarından gələn miqrantlar damlardan qar kürəyirlər, küçələri təmizləyir, paytaxt mağazalarında işləyirlər. Onları Böyük Avrasiya Rabitəsinin şimal çöl qolu "gətirmişdi". Bu, amansız müharibələrin və fəthlərin yolu idi.

Zaman keçdikcə yolun kənarlarında müşahidə olunan görünüş və həyat tərzi dəyişir, xalqların davranış motivləri və hakimiyyət qərarları fərqliliklər göstərir. Lakin bu fərqliliklər yalnız səthi xarakter daşıyır. Əslində Avrasiyada uzun müddət fəaliyyət göstərən və dəyişməyən əsas kommunikasiya qanunu öz qüvvəsini qoruyur. Bu həm böyük ölçüsü, həm də bəşəriyyət üçün daşıdığı konseptual əhəmiyyəti ilə diqqəti cəlb edir.

Geosiyasət digər cəmiyyət və təbiət elmləri kimi sosial, iqtisadi, coğrafi, siyasi, hərbi və s. sistemlərin formalaşması, fəaliyyət göstərməsi və inkişaf qanunauyğunluqlarını öyrənir. Böyük dövlətlərin yüksəliş və süqutunun səbəbləri aşağıdakılardır:

- dünyanın geosiyasi strukturu;
- nəqliyyatın inkişaf səviyyəsindən asılı olaraq geosiyasi proseslərin tsiklik xarakteri və s.

Siyasət qanunları öz mahiyyətinə görə ümumiləşdirilmiş formada böyük sosial qrupların mənafelərinin qarşılıqlı təsirini ifadə edir. Məzmunca isə siyasi mövcudluqda obyektivləşən millətlərin, digər sosial birliklərin siyasi təcrübəsinin yığılmasını ifadə edir. Tez-tez hakimiyyətdəki şəxsi maraqları olan "klanların" müstəsna bədxassəli rolunu üzə çıxarır.

Bir neçə minilliklər ərzində Avrasiya məkanında "Böyük İpək Yolu"nun hərəkəti ilə bağlı mühüm və tipik, səbəb-nəticə əlaqələrini, təkrarları, meylləri tədricən əks etdirən hadisələr silsiləsi – bəşəriyyətə öz tarixini və inkişaf qanunlarını dərk etməkdə heyrətamiz "işarə"dir.

"Böyük İpək Yolu" qədim dünyada və orta əsrlərdə Avrasiya qitəsində ən böyük dünya kommunikasiyasıdır. Kapitalizmdən əvvəlki dövrün ən uzun transqitə ticarət rabitəsi (7 min km-dən çox) artıq coğrafi biliklərin inkişafında mühüm rol oynamış, Şərqlə Qərb arasında körpüyə çevrilmişdir. Onun vasitəsilə Şərq və Qərb sivilizasiyaları tanış oldular [6, s. 178]. Yalnız bu ticarət yolu ilə formalaşdıqdan sonra avropalılar və çinlilər, bir çox başqa xalqlar bir-birlərinin varlığını ilk dəfə öyrəndilər. Lakin naviqasiyanın inkişafı ilə bu marşrut sanki unudulmuşdu. Yalnız XX əsrin sonlarında xatırlandı.

Çin Avrasiyanın şərqində yerləşən heyrətamiz bir ölkədir. Onun geniş ərazisində minlərlə ildir dünya əhalisinin beşdə biri yaşayır. Qədim insanlar, ehtimal ki, Şərqi Asiyaya 30-50 min il əvvəl gəlib çatmışdır. Hazırda Çinli ovçu-yığıcı mağarada saxsı parçaları aşkar edilib, mağaranın yaşı təxminən 18 min ildir, indiyə qədər tapılan ən qədim saxsı qabdır. Tarixçilər əkinçiliyin Çində eramızdan əvvəl 7000-ci ildə meydana gəldiyinə inanırlar [4, s. 102].

Qədim Çinin böyük ixtiraları sayəsində: kağız, kompas, çinlilər öz ölkələrinin dünyanın mərkəzi olduğuna inanır və buna görə də onu "Orta İmperiya" adlandırırlar. Onlar əmindirlər ki, əsrarəngiz Kunlun dağlarında Tanrıların yer üzündə məskəni var və buna görə də "Səma İmperiyası" adı var.

Çin dörd barıt, çap (həm taxta blok, həm də daşınan tip), seysmoqraf və daha çox daxil olmaqla, bəşər sivilizasiyasının bir çox mühüm ixtiralarının vətənidir.

Etiraf etmək lazımdır ki, biliyin işığı, dünyanın dolğun mənzərəsi, ünsiyyətin inkişafı o uzaq dövrlərdə indi fəxr edən Qərbi Avropaya günəşlə birlikdə - Şərqdən gəlib.

Çin tarixçiləri futbolun Qədim Çində yarandığını iddia edirlər. Çinlilərin eramızdan əvvəl 1000-ci illərdə bu idman növü ilə məşğul olduğuna dair sübutlar var.

Qədim Çin bu günə qədər milyonlarla çinlinin həyat tərzini praktiki olaraq dəyişməmiş ən qədim mədəniyyətdir. Onların heroqlif yazısı kimi daxil olmaq çətindir. Müdrik Çin hökmdarları minilliklər boyu böyük imperiyaya rəhbərlik edə bildilər.

Gerçəkliyin obyektiv qanunları insanların şüurundan və iradəsindən asılı olmayaraq mövcuddur. Onlar haqqında bilik bizə hadisələrin gedişatını izah etməyə və proqnozlaşdırmağa imkan verir.

Hələ eramız başlamazdan əvvəl Roma tarixçisi Polibiy özünün 40 cildlik "Ümumi tarix" əsərində, Çin tarixçisi Sima Qian isə "Tarixi qeydlər" əsərində cəmiyyətin tarixini bir dövrə kimi, dövri hərəkat kimi qiymətləndirmişlər. Böyük tarixi dövrələr ideyasını eramızın əvvəllərində ərəb tarixçisi əl-Biruni irəli sürmüş, bir qədər sonra isə bu ideyanı tunisli İbn Xəldun inkişaf etdirmişdir.

Sosial dəyişikliklərin tsiklik konsepsiyası sosial düşüncə tarixində ən qədimdir. Onun aydın düsturu artıq "Vaiz" kitabında verilmişdir. Burada oxuyuruq: "Bir nəsil gedir, bir nəsil gəlir, lakin yer əbədi olaraq qalır. Beləliklə, astroloji və kabalistik inanclar tarixi prosesin dövri və dövri təkrarlanması nəzəriyyələrini doğurdu. Bu cür ümumiləşdirmələrə və nəzəriyyələrə cazibə nümunəsi həyatda astroloji yeddi illik dövrlər ola bilər [10, s. 28].

İntibah dövründə tarixi prosesdə dövrlər ideyası fransız tarixçisi Viko tərəfindən ifadə edilmişdir.

Çinin tsiklik tarixinin "düzləşməsi" XVIII əsrdə xarici Mançu sülaləsi dövründə baş verdi. Ölkə əhalisi əsrin sonuna qədər iki yüz milyon nəfərə yaxınlaşdı.

Diferensiallaşma-inteqrasiya dövrlərini təhlil edərkən qlobal tarixdə bəzi əlavə tendensiyaları da müəyyən etmək olar. Bu mühüm "kəsişmə" tendensiyalarından biri qlobal diferensiallaşma-inteqrasiya tsiklindən digərinə keçid zamanı Şərq və Qərb arasında hökmranlığın növbələşməsidir.

Tarixi proqnozlaşdırma uzunmüddətli tarixi tendensiyalara əsaslanır. Keçmiş və indiki hadisələr arasında əlaqəni təhlil edir, mürəkkəb, adətən qeyri-xətti inkişaf meyllərini, o cümlədən müxtəlif mərhələlərin dəyişməsini və müəyyən növbəsini müəyyənləşdirir. Bu tendensiyaların indiki və gələcək üçün əhəmiyyətini qiymətləndirir. Tarixi proqnozlaşdırmanın tənqidçiləri hesab edirlər ki, tarixdə daima tamamilə unikal, tamamilə yeni bir şey yaranır, tarix heç vaxt təkrarlanmır və buna görə də proqnozlar çox vaxt aldadıcı olur. Təsvir edilən proseslərin çoxölçülülüyünü, dialektik ziddiyyətlərini inkar etmək və ya əksinə, bu qədər sürətlənən dövrümüzdə nəyisə mütləqləşdirmək təhlükəli olardı.

Dünyada gedən qlobal proseslər, makro səviyyədə siyasi, iqtisadi, mədəni və etnik münaqişələr təcili olaraq yeni izahlı sxemlərin işlənib hazırlanmasını və tətbiqini tələb edir. Bu istiqamətdə yol çətindir. Bir çox ekspertlərin fikrincə, sivilizasiya açarında, artıq növbəti onillikdə planetin bütün geosiyasi görünüşünü dəyişdirməyə qadir olan ən təhlükəli qarşıdurmalar fəal şəkildə inkişaf edəcək.

Geosiyasi mədəniyyətin obyektləri aşağıdakılardır:

- dövlətlərin özünün geosiyasi sistemi;
- planetin konkret regionunda və ya ümumən dünyada geosiyasi vəziyyət;
- geosiyasi davranış və şüur;
- beynəlxalq siyasətin subyektləri;
- dövlət təhlükəsizliyi orqanları;
- maarifləndirmə və təbliğat funksiyalarını həyata keçirən əsas institutlar;
- kütləvi informasiya vasitələri.

"İpək Yolu" ətrafında mövcud olan dövlətlərin yaranması, çiçəklənməsi, süqutu göstərir ki, real dəyərlərin keçdiyi kommunikasiyalara nəzarət dövlət və xalqların həyatı üçün zəruridir. Bunu heç kimə etibar etmək olmaz. Onu bütün vasitələrlə müdafiə etmək lazımdır.

Söhbət təkcə fiziki, coğrafi məkandan getmir. Söhbət həm də insanların hərəkətindən - miqrasiyadan, maliyyə və informasiya axınından gedir. Belə nəzarət olmadan insanların və ölkələrin öz əməyi və öz maraqları ilə yaşamaq imkanı yoxdur, işğalçıların içəri daxil olmasına şərait yaradılır.

"Böyük İpək Yolu" təkcə transsərhəd turizm marşrutu deyil, həm də super meqa layihədir. Ümumdünya Turizm Təşkilatının (UNWTO) məlumatına görə, bu, dünyanın ən uzun turizm marşrutudur. O, Avropa, Asiya və Afrikanı əhatə edir və üç okeanı - Sakit, Hind və Atlantik okeanını birləşdirir.

Marşrut sahəsi 55,4 milyon kvadratkilometr və ya Yer kürəsinin ərazisinin 43%-ni, əhalisi 4,7 milyard nəfər (planet əhalisinin 66,9%-i) və ümumi ÜDM-i 27,4 trilyon dollar (53,6%) olan ölkələrin ərazisindən keçir [3, s. 91].

"Böyük İpək Yolu" layihəsinin həyata keçirilməsində YUNESKO və UNWTO beynəlxalq təşkilatlarına xüsusi rol verilir. YUNESKO layihəni "İpək Yolu: Dialoq, Müxtəliflik və İnkişaf" şüarı ilə həyata keçirir.

1988-1997-ci illərdə bu təşkilatın himayəsi altında "Böyük İpək Yolu: Dialoqa doğru" hərtərəfli tədqiqatlar aparılmışdır. Hazırda onlayn platforma – "Böyük İpək Yolu" marşrutları üzrə festivalların, Dünya Mədəni və Təbii İrs obyektlərinin, qeyri-maddi mədəni irs obyektlərinin, sənətkarlıq mərkəzlərinin, sənədli irsin obyektlərinin yerlərini göstərən interaktiv xəritə yaradılmışdır.

UNWTO-nun "Böyük İpək Yolu" üzrə işçi qrupu var. Layihə çərçivəsində ölkələr arasında qarşılıqlı fəaliyyət platforması kimi "Yol xəritəsi" tərtib edilib. Planlara interaktiv ixtisaslaşdırılmış portalın hazırlanması və İpək Yolu Festivalının keçirilməsi daxildir.

Böyük İpək Yolunun mövzusu mürəkkəb və çoxşaxəlidir. Son zamanlar "Böyük İpək Yolu" tarixi-mədəni turizm marşrutlarının transsərhəd layihəsi getdikcə daha çox Çində eyniadlı qlobal iqtisadi layihə ilə əlaqələndirilir.

2013-cü ildə Çin Prezidenti Si Cinpin "Bir kəmər - bir yol" layihəsinin ideyasını elan etdi – "Yeni İpək Yolu"nun quru və dəniz variantı.

2015-ci il Çində "İpək Yolu" İli elan edilib. "Yeni İpək Yolu" son dərəcə iddialı layihədir. Bu, dünyanın ən böyük iqtisadi dəhlizini təşkil edən infrastruktur layihələri zənciridir. O, Asiya, Avropa, Afrika və Latın Amerikasını birləşdirəcək. Yeni artım modelinə keçən Çin iqtisadiyyatının belə bir dəhlizə böyük ehtiyacı var [5, s. 48].

Son 20 ildə dövlət infrastruktura böyük məbləğdə sərmayə qoyub ki, bu da iqtisadiyyatın güclü sahələrinin formalaşmasına və milyonlarla iş yerlərinin açılmasına imkan verib. Amma bu gün bu model özünü tükətdi, Çin şirkətləri artıq milli bazarla məhdudlaşmır və onlar xarici genişlənməyə can atırlar. "Yeni İpək Yolu" layihəsi bu məqsədlərə cavab verir.

Quruda Çinin Yunnan əyalətini Laos, Kamboca, Malayziya, Myanma, Sinqapur, Tayland və Vyetnamla birləşdirəcək yüksək sürətli dəmir yolu şəbəkəsi planlaşdırılır. Digər yollar, dəmiryol xətləri və boru kəmərləri şəbəkəsi Sinayda başlayacaq və qərbdən Belçikaya qədər uzanacaq. Dəniz marşrutları Cənubi Çin dənizini Hind okeanı və Cənubi Sakit okeanla birləşdirəcək.

"Yeni İpək Yolu" layihəsi 4,4 milyard insanı əhatə edir. Onun hüdudları daxilində sənaye istehsalının həcmi 21 trilyon dollara çatacaq. Çin İnkişaf Bankının məlumatına görə, investisiyaların həcmi təxminən 900 milyard dollar təşkil edəcək. İnvestisiya planlarına 60 ölkə cəlb olunacaq. Layihənin təşviqi üçün əsas alət əlavə kapitallaşma imkanı ilə 40 milyard dollar məbləğində İpək Yolunun İnkişafı Fondudur [2, s. 33].

Bu yolla Çin öz siyasi təsirini genişləndirməyə və gücləndirməyə, Sakit okeandan Baltikə qədər nəqliyyat şəbəkəsi yaratmağa, malların, kapitalın və insanların sərbəst hərəkətini təmin etməyə ümid edir. Bu, Çinin qlobal gücə çevrilməsi deməkdir.

"Yeni İpək Yolu" layihəsinin həyata keçirilməsi turizmin inkişafına təkan verəcək:

- turizm sənayesinə xarici investisiyaların axını artacaq;
- innovasiyaların yayılması prosesləri aktivləşəcək;
- müxtəlif maneələrin (ticarət, miqrasiya və s.) azalması ilə turist axını genişlənəcək və s.

Çin hazırda dəmir yolu nəqliyyatı sahəsində bir neçə rekorda sahibdir: dünyanın ən sürətli qatarı (sürət 486,1 km/saat) və dünyanın ən uzun sürətli dəmir yolu (Pekin-Quançjou, təxminən 2,3 min km). Çin şirkəti Moskva-Kazan yüksək sürətli dəmir yolunun tikintisi üçün müqavilə qazanıb.

Təbii ki, layihənin həyata keçirilməsi ilə turizmin inkişafı üçün nəinki yeni imkanlar açılacaq, həm də ilk növbədə onsuz da yüksək rəqabətli turizm bazarında rəqabətin güclənməsi ilə bağlı yeni problemlər də yaranacaq.

Coğrafi nöqteyi-nəzərdən "Böyük İpək Yolu" layihəsinin xüsusiyyətləri iki əsas xüsusiyyət vasitəsilə üzə çıxır: müxtəliflik və qeyri-bərabərlik. "Böyük İpək Yolu"nun marşrutları təbii və antropogen mənşəli turizm ehtiyatlarının cəmləşdiyi ərazilərdə çəkilir. Eyni zamanda, bu resursların bölüşdürülməsində qeyri-bərabərlik göz qabağındadır.

"Böyük İpək Yolu" marşrutlarının Qərb və Şərq sektorlarında ərazi vahidinə düşən təbii ehtiyatların sıxlığı daha yüksəkdir. Təbii ehtiyatlar cəmləşmişdir:

- dörd regionda - Şimal-Şərqi Asiya, Cənub-Şərqi Asiya, Mərkəzi və Şərqi Avropa, Cənubi Avropa (Aralıq dənizi turizm regionu);
- üç ox boyunca - iki Avrasiya quru körpüsü və "Böyük İpək Yolu"nun dəniz yolu boyunca.

Mədəni və təhsil turizminin resursları qədim sivilizasiyaların ərazilərində cəmləşmişdir. Ümumilikdə altı belə sahə fərqləndirilir:

- Şərqdə: Qədim Hindistan, Qədim Çin, Babil və Qədim Misirdə ilkin sivilizasiyanın dörd əsas mərkəzi;
- Qərbdə: Romano-German və Yunan-Slavyan sivilizasiyaları.

Bundan əlavə, mədəni-maarif turizm resurslarının yuxarıda qeyd olunan üç ox boyunca cəmləşməsi qeyd olunur. Beləliklə, "Böyük İpək Yolu" layihəsinin gücü "Böyük İpək Yolu"nun quru və dəniz yollarında resurs potensialının zənginliyi, habelə müvafiq olaraq müxtəlif təbii-iqlim zonaları, sivilizasiyalarla bağlı təbii sərvət həmçinin mədəni-maarifləndirici turizm resurslarının unikal birləşməsidir. Bu, "Böyük İpək Yolu"nun ümumi çətir brendi altında son dərəcə şaxələndirilmiş turist təklifi üçün zəmin yaradır.

Eyni zamanda, əhalinin müxtəlif tarixi-mədəni sivilizasiyalara mənsub olması, ölkələrin əhalisinin heterojen irqi, etnolinqvistik və dini tərkibi Asiya qitəsinin dünya siyasəti baxımından dünyada ən çox münaqişəli region olmasının səbəblərindən biridir. Nəticədə, "Böyük İpək Yolu" üzərində yerləşən ölkələr arasında turizm sahəsində əməkdaşlıq çətinləşir və xüsusi səylər tələb olunur.

Böyük İpək Yolunun marşrutları turizmin inkişafı üçün böyük sosial-iqtisadi potensiala malik ölkələrin ərazisindən keçir. Şərqdə ÜDM-in paritetinə görə dünyanın ən böyük iqtisadiyyatına malik beş BRİKS ölkəsindən ikisi (Çin - dünyada 1-ci yer, Hindistan - 3-cü yer), ölkə artan həyat səviyyəsi ilə əhalinin sayına görə dünya lideridir [9, s. 123]. Bu da turizmin inkişafı üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir (Çin). Qərbdə xidmət sektorunun, o cümlədən turizm sektorunun dominant rolu ilə inkişafın post-sənaye mərhələsində olan zəngin ölkələri Aİ qrupudur.

Aralıq mövqeyi çox müxtəlif ölkələr tutur:

- bir tərəfdən "rifah dövlətləri" – Yaxın Şərqdə neft ixrac edən ölkələr;
- digər tərəfdən isə Mərkəzi Asiyanın zəif inkişaf etmiş iqtisadiyyatı, infrastrukturu zəif və əhalinin yoxsulluğu olan ölkələr.

"Böyük İpək Yolu" kimi beynəlxalq turizm layihələrinin iqtisadi aspektlərini nəzərdən keçirərkən turizm biznesinin beynəlmiləlləşməsi, yəni çıxış prosesini nəzərdən qaçırmaq olmaz.

Əlavə dəyər, müəyyən bir müəssisədə, müəyyən bir firmada birbaşa artan mal və ya xidmətlərin dəyərinin bir hissəsidir. Müəssisədə istehsal fəaliyyətinin hər bir növü əlavə dəyər yaradır. Onlar bir-birinin ardınca müəyyən ardıcıllıqla düzülərək əlavə dəyər daşıyan firmadaxili zəncirlər əmələ gətirirlər.

Dinamik inkişaf edən turizm istiqaməti bir çox müxtəlif əlavə dəyər zəncirlərini əhatə edir:

- təchizatçılar (əsasən nəqliyyat şirkətləri), yerləşdirmə və əyləncə obyektləri;
- turizm məhsullarının paylanması kanalları (tur operatorları, turizm agentlikləri);
- son istehlakçılar-turistlərin özləri.

Turizm şirkətlərinin tərkibinə 30-50 müxtəlif şirkətlər daxildir:

- turizm agentliyi;
- ixtisaslaşmış turizm ədəbiyyatı mağazası və sığorta şirkətlərindən tutmuş suvenir mağazaları;

- valyutadəyişmə məntəqələri;
- taksilər və s.

Müasir logistikanın əsas prinsipi dəyər zəncirlərinə inteqrasiya, xüsusən də mövcud və ya planlaşdırılan turizm marşrutlarına inteqrasiyadır. Məsələn, "Böyük İpək Yolu"nun turizm marşrutunun Şimali Qafqaz Federal Dairəsi ərazisindəki hissəsinə gəldikdə.

Turist marşrutu yaratmaq üçün ən əsas lazımdır:

1) ümumi ideya, konsepsiya və nəhayət, marşrutla birləşdiriləcək cazibə nöqtələrini müəyyənləşdirin. Belə "lövbər" obyektlər tarixi şəhərlər, böyük muzeylər, unikal abidələr, dayanıqlı brendlər və s. ola bilər;

2) nəqliyyat logistikasını, yəni marşruta girişi (məsələn, hava limanı) və ondan çıxışı (hansı bölgələrə) göstərən nəqliyyat rabitəsi şəbəkəsini inkişaf etdirmək;

3) yol kənarında dəstəkləyici infrastruktur (yemək məntəqələri, sanitar dayanacaqlar və s.) yaratmaq;

4) hədəf auditoriyaya əsasən marşrutların (marşrut bölmələrinin) aydın təsnifatını həyata keçirmək. İstehlakçı tələbinin ümumi fərdiləşməsi dövründə fərdi turist xüsusi diqqətə layiqdir;

5) fərqli marşrut nişanından istifadə edərək oriyentasiya sistemini işləyib hazırlamaq;

6) müasir informasiya texnologiyalarından istifadə etməklə marşrutun təşviqi üçün vahid sistem yaratmaq.

Bütün bunlar müasir şəraitdə turizm marşrutlarının layihələndirilməsinin elmi prinsiplərinin işlənib hazırlanmasının xüsusi əhəmiyyətini əvvəlcədən müəyyənləşdirir.

Nəticə

"Böyük İpək Yolu" təkcə qədim dövrlərdə məhsul mübadiləsi və ticarət əlaqələrinin formalaşdığı bir infrastruktur deyildi, həm də regional və qlobal siyasətin, mədəniyyətlərin qarşılıqlı təsirinin və iqtisadi inkişafın əsas katalizatorlarından biri olmuşdur. Tarixi mənbələr göstərir ki, bu yol boyunca dövlətlər arasında yaranan iqtisadi və diplomatik münasibətlər onların geosiyasi mövqelərini gücləndirmiş, həmçinin yeni siyasi ittifaqların və mədəni sintezlərin formalaşmasına şərait yaratmışdır. Bu baxımdan "Böyük İpək Yolu" geosiyasi analizlər üçün əhəmiyyətli bir nümunədir. Çünki o, dövlətlərin sərhəd boyunca resurslardan və strateji üstünlüklərdən necə faydalandığını, həmçinin regional təhlükəsizlik və əməkdaşlıq mexanizmlərini öyrənmək üçün tarixi zəmin yaradır.

Tarixi perspektivdə "Böyük İpək Yolu" üzərində yerləşən dövlətlərin hər biri bu marşrutdan həm iqtisadi, həm də strateji üstünlük əldə etməyə çalışmışdır. Məsələn, Orta Asiya dövlətləri ticarət karvanlarının keçdiyi ərazilərdə vergi və xidmət infrastrukturu yaratmaqla öz iqtisadi səlahiyyətlərini gücləndirmiş, eyni zamanda regional təsir dairəsini genişləndirmişlər. Bu cür yanaşma, geosiyasi nəzəriyyələrdə "resurs-dominantlıq" və "strateji yerləşmə" konseptlərinin tarixi təzahürü kimi qiymətləndirilə bilər [7, s. 59].

Müasir tədqiqatlarda bu marşrut həm iqtisadi, həm də təhlükəsizlik aspektlərindən qiymətləndirilir, eyni zamanda geosiyasi balansın və regional əməkdaşlığın tarixi və müasir modellərinin öyrənilməsi üçün nümunə rolunu oynayır. Bu baxımdan, "Böyük İpək Yolu" geosiyasətin və mədəni transformasiyaların araşdırılmasında elmi təhlilin əvəzolunmaz obyekti hesab olunur.

Nəticə etibarilə, "Böyük İpək Yolu" və geosiyasət mövzusunda aparılan tədqiqatlar bir neçə mühüm məqamı ortaya qoyur:

- tarixi marşrut dövlətlərin geosiyasi və iqtisadi gücünün formalaşmasında həlledici rol oynamışdır.
- marşrut üzərində formalaşan qarşılıqlı asılılıq və əməkdaşlıq mexanizmləri regional sabitliyin təmin edilməsinə imkan yaratmışdır.
- müasir dövrdə "Yeni İpək Yolu" layihələri tarixi təcrübəyə əsaslanaraq regional və qlobal siyasətdə strateji üstünlüklərin əldə edilməsinə xidmət edir.
- tarixi və müasir perspektivlərin müqayisəli təhlili dövlətlərin iqtisadi və geosiyasi strategiyalarını dəyərləndirmək üçün yeni elmi əsaslar yaradır

Beləliklə, “Böyük İpək Yolu” yalnız ticarət və mədəniyyətin deyil, həm də geosiyasi münasibətlərin inkişafını təmin edən kompleks tarixi və strateji fenomendir. Bu marşrutun tədqiqi geosiyasət və beynəlxalq münasibətlər sahəsində dərin anlayışın formalaşmasına, dövlətlərin regional və qlobal siyasətdə rolunun qiymətləndirilməsinə mühüm töhfə verir.

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Abdullayeva Ş.H. İnnovasiya yönümlü iqtisadi inkişafın nəzəri və metodoloji məsələləri. Bakı, 2012. 178 s.
2. Abdullayev R.Q. Abşeron neftinin ixracında “Böyük İpək Yolu”nun rolu. Azərbaycan neft təsərrufatı. Bakı, 2016, №7. 33 s.
3. Eldarqızı N. Qədim İpək Yolu və geostrateji əhəmiyyətli Zəngəzur dəhlizi. Bakı, 2024. 91 s.
4. İbrahimli X. Yeni Avrasiya Qafqazı. Bakı, 2001. 102 s.
5. Nağıyev M. “Böyük İpək Yolu”. Bakı, 2016. 48 s.
6. Mahmudov M.M., Mahmudova İ.M. Regionların sosial-iqtisadi inkişafının tənzimlənməsi. Bakı, 2011. 178 s.
7. Məmmədov M. “Böyük İpək Yolu”nda Azərbaycan - tarix və perspektivlər. Bakı, 2024. 59 s.
8. Yusifova K.X “Böyük İpək Yolu”nun bərpası istiqamətində irəli sürülən təşəbbüslər və həyata keçirilən tədbirlər. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti “Tikintinin iqtisadiyyatı və menecment” jurnalı. Bakı, 2025, №3 (32). 82 s.
9. Баильдинов Е., Кенжегузин М. Развитие экспортно-транзитного потенциала - необходимое условие экономического роста в Казахстане. Транзитная экономика. Москва, 2010, № 3. 123 с.
10. Примбетов С. Возрождение древнего “Шелкового Пути”. Москва, 2020. 28 с.

https://doi.org/10.5281/zenodo.23089528

ҚАЗАҚСТАНДА САЛЫҚ ЕСЕБІ МЕН ЕСЕПТІЛІКТІ ЦИФРЛАНДЫРУДЫ ТАЛДАУ

БАУЫРЖАН НАЗЕРКЕ ЕРЛАНҚЫЗЫ

Аңдатпа. *Соңғы жылдары Қазақстан салық және бухгалтерлік есеп саласында цифрландыруды белсенді түрде енгізіп, тиімді және ашық басқару жүйесін құруға баса назар аударып келеді. Бұл саладағы цифрландыруды талдау заманауи технологияларды пайдалану есеп беру процестерін айтарлықтай жеңілдететінін, бақылауды арттыратынын және қателіктер қаупін азайтатынын көрсетеді. Елдің экономикалық саясатының ең маңызды бағыттарының бірі - автоматтандырылған бухгалтерлік есеп жүйелері арқылы салық салуды жаңғырту. Бұл салықтық тәртіпті күшейтіп қана қоймай, сонымен қатар салық органдары мен бизнес арасындағы өзара әрекеттесуді жақсартуға ықпал етеді.*

Цифрландыру деректерді нақты уақыт режимінде өндіруге мүмкіндік береді, бұл тиімдірек шешім қабылдауға әкеледі. Мысалы, электрондық құжат айналымы жүйелері мен бұлтты технологияларды енгізу бизнеске бухгалтерлік есеп есептерін жылдам және қауіпсіз өңдеуге мүмкіндік береді. Бұл салық және бухгалтерлік есеп деректерін біріктіреді, ақпаратқа қол жеткізуді жеңілдетеді және оның сенімділігін арттырады.

Кілт сөздер: *Цифрландыру, салық есебі, бухгалтерлік есеп, Қазақстан, автоматтандыру, электрондық өзара әрекеттесу, тиімділік, инвестиция және инновация.*

Қазақстандағы салық және бухгалтерлік есепті цифрландыру елдің экономикалық дамуындағы маңызды кезең болып табылады, ол тек басқару жүйелерін жаңартып қана қоймай, сонымен қатар қазіргі заманғы салық әкімшілігінің талаптарына сай келеді. Нарықтық экономиканың алғашқы кезеңдерінде Қазақстан бухгалтерлік есеп пен салық салудағы ашықтықтың жеткіліксіздігіне байланысты бірқатар қиындықтарға тап болды. Бұл сыбайлас жемқорлыққа, салықтардың толық төленбеуіне және көлеңкелі экономиканың дамуына қолайлы жағдайлар туғызды. Дегенмен, инновациялық технологияларға қызығушылықтың артуымен үкімет бұл салаларға цифрландыру элементтерін белсенді түрде енгізе бастады, бұл жағдайды айтарлықтай жақсартты.

Соңғы жылдары Қазақстан салық жүйесінің жұмысын жақсарту және бухгалтерлік есеп сапасын арттыру үшін әртүрлі ақпараттық технологияларды пайдалана бастады. Цифрландырудың негізгі мақсаттарының бірі - мемлекет алдындағы салық міндеттемелерін орындауды қамтамасыз ете алатын ашық және тиімді жүйені құру. Бұған салық декларацияларын тапсыру үшін электрондық платформаларды пайдалану, салық есептеулерін автоматтандыру және жаңа бухгалтерлік бағдарламалық жасақтаманы енгізу кіреді.

Электронды құжат айналымы жүйелері цифрландырудың маңызды бөлігіне айналды, бұл қолмен енгізуді қажет етпей, үлкен көлемдегі деректерді өңдеуге мүмкіндік береді және қателіктер ықтималдығын азайтады. Компаниялар мен ұйымдар енді құжаттарды электронды түрде алмаса алады, бұл есеп және есеп беру процестерін жеделдетеді. Бұл инновациялар күнделікті тапсырмаларға жұмсалатын уақытты айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік береді, бухгалтерлерге қаржылық басқарудың маңызды аспектілеріне назар аударуға мүмкіндік береді.

Дегенмен, бухгалтерлік есеп жүйелеріне цифрлық технологияларды енгізу белгілі бір заңнамалық өзгерістер мен қосымша инвестицияларды қажет етеді. Қазақстан цифрландыру үшін қолайлы орта жасау мақсатында заңнамалық базаны белсенді түрде әзірлеуде, соның ішінде электрондық қолтаңбаларды пайдалануды және құжаттарды басқаруды реттейтін ережелерді жасау. Бұған мамандардың жаңа жүйелермен тиімді жұмыс істеуіне мүмкіндік беретін оқыту және біліктілікті арттыру да кіреді. Цифрландыру тек бизнес пен мемлекеттік органдар арасындағы өзара әрекеттесуді жеңілдетіп қана қоймай, сонымен қатар салық

түсімдерін де арттырады. Деректерді талдау және өңдеу жүйелері бизнестің қаржылық жағдайын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді, салықтық бұзушылықтарды анықтауға және жоюға көмектеседі. Аналитикалық құралдарды пайдалану салық органдарына компаниялардың қаржылық жағдайы туралы деректерді тез алуға және күдікті транзакциялар туындаған жағдайда шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.

Цифрландыру – ақпараттық технологияларға негізделген жаңа бизнес-процестердің модельдерін, басқару жүйелерін және өндіріс әдістерін тұтас экономикалық секторға немесе нақты экономикалық субъектіге біртіндеп енгізу процесі. «Цифрландыру» термині алғаш рет 1995 жылы Массачусетс университетінің американдық компьютер ғалымы Николас Негропонте Wired журналындағы «BeingDigital» мақаласында «цифрлық экономика» терминін енгізген кезде пайда болды.

Содан бері көп уақыт өтті, және «цифрландыру» термині әртүрлі салалар мен пәндер мамандарының сөздік қорында берік орныққанын атап өткен жөн. Бухгалтерлік есеп, экономикалық ғылымның басқа да көптеген салалары сияқты, цифрландырудың әсерін бастан кешірді және әлі де сезініп келеді. Цифрландыру бухгалтерлік есептің дамуына ықпал етеді, бірақ сонымен бірге бухгалтерлік есеп мамандары үшін барған сайын күрделі қиындықтар туғызады. Бүгінгі цифрлық әлемде бухгалтер қаржылық, басқару, салық және статистикалық есеп туралы негізгі білімнен басқа да білімге, сондай-ақ 1С:Enterprise дағдыларына ие болуы керек. Цифрлық әлем өз шарттарын белгілейді. Цифрлық технологияларды терең түсіну және өсу мүмкіндіктерін пайдалануға дайын болу ерекше құнды. Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың 2020 жылғы 1 қыркүйектегі «Қазақстан жаңа шындықта: іс-қимыл уақыты» атты Қазақстан халқына жолдауында «Цифрландыру – сән емес, ұлттық бәсекеге қабілеттілікке қол жеткізудің негізгі құралы» деп атап өтілген. Үкіметке өнеркәсіп пен IT саласы арасында өзара тиімді ынтымақтастық орнату ұсынылады, бұл әрбір саланың цифрлық экожүйесінің қозғаушы күші бола алатын цифрлық технологиялық платформаларды дамытуға мүмкіндік береді.

Бір қарағанда, экономиканың цифрландырылуы, бизнес-процестерді автоматтандыру, электрондық құжат айналымы және технологиялық прогрестің басқа да элементтері коммуникацияның рөлін төмендететін сияқты. Шын мәнінде, ғылым мен техниканың жетістіктері арқылы тез және тиімді алынған деректерді талдау және өңдеу нәтижелері дұрыс түсіндірілмесе және шешім қабылдаушыларға жеткізілмесе, мағынасыз болады. Жақсы аналитикалық дағдылар, бухгалтерлік есеп және аудит туралы білім берілген ақпаратты жеткізу мүмкіндігінсіз тиімсіз. Сондықтан бухгалтерлер өз талдауларын менеджерлері үшін тартымды және түсінікті құжаттарда ұсыну үшін күшті коммуникациялық дағдыларды дамытуы керек.

Сондай-ақ, цифрлық дәуірде бизнесті сәтті жүргізу үшін қызметкерлерді ынталандыру және тарту мүмкіндігі қажет екені анық. Технология көп нәрсе істей алады, бірақ ол бизнес операцияларындағы адамдардың өзара әрекеттесуінің маңыздылығын алмастыра алмайды. Жұмысқа үміткерлерге талаптар қойған кезде жұмыс берушілер көбінесе тиімді тыңдау, жазу және сөйлеу қабілетін атап өтеді. Коммуникациялық дағдылар кез келген бизнесте маңызды рөл атқарады. Цифрландыру дәуірінде компанияның сәтті жұмыс істеуін қамтамасыз ету, сондай-ақ жоғарыда аталған бухгалтерлік мамандардың алдында тұрған қиындықтар мен міндеттерді шешу үшін келесі даму және жетілдіру салаларын анықтауға болады:

- Киберқауіпсіздікке инвестиция салу. Киберқауіпсіздік - ақпараттық және басқа да байланыс жүйелерін киберқылмыстардан (рұқсатсыз пайдалану, өзгерту, пайдалану, ұрлық) қорғауға болатын ықтимал әрекет. Киберқылмыс бүкіл әлемдегі бизнес үшін күрделі мәселе болып табылады. Мұны жыл сайынғы CybersecurityVentures есебінің болжамдары растайды, онда 2021 жылға қарай киберқылмыс әлемге жылына 6 триллион доллар шығын әкеледі деп есептеледі, бұл 2015 жылғы 3 триллион доллардан жоғары.

Хакерлердің көпшілігі коммерциялық құпиялар, сәйкестендіру және қаржылық ақпарат сияқты құпия ақпаратты нысанаға алады - бұл деректерді негізінен бухгалтерлер мен

экономистер пайдаланады. Сондықтан бухгалтерлік есеп дерекқорларын, электрондық цифрлық қолтаңбаларды және басқа да ақпаратты сенімді қорғауды қамтамасыз ету өте маңызды.

Киберқауіпсіздік бүгінгі таңда тек қауіпсіздік бағдарламалық жасақтамасын орнатудан да көп нәрсені білдіреді. Ол қауіптердің деңгейі мен ауырлығын тануды, қолданылатын бағдарламалық жасақтаманың тәуекелдері мен осалдықтарын түсінуді және осы қауіптерден қорғану үшін алдын ала шаралар қабылдауды қамтиды.

- Бухгалтерлік қызметкерлер үшін жоғары этикалық стандарттарды қамтамасыз ету. Деректер қауіпсіздігі мәселесін жалғастыра отырып, бухгалтерлер өңдейтін ақпарат, қызметкерлердің жалақысы, компанияның белгілі бір кезеңдегі таза пайдасы туралы деректері және т.б. құпия болып табылатынын және үшінші тараптарға тек хакерлік шабуыл немесе деректердің таралуы арқылы ғана емес, сонымен қатар ішкі және сыртқы байланыс арқылы да жарияланбауы керек екенін атап өткен жөн.

Ақпарат көлемінің өсуі және бухгалтерлік есептің егжей-тегжейлілігінің деңгейі құзыретті тәсіл мен жауапкершілікті талап етеді. Сондықтан, дамып келе жатқан цифрлық экономика дәуірінде классикалық этикалық құндылықтарды насихаттау өте маңызды. Мысалы, 2007 жылғы 24 сәуірдегі Қазақстан Республикасының кәсіби бухгалтерлерінің этика кодексінде кәсіби бухгалтер келесі негізгі қағидаттарды ұстануы керек деп атап өтілген: адалдық, объективтілік, кәсіби құзыреттілік және тиісті тексеру, құпиялылық және кәсіби мінез-құлық [7]. Кодексте сондай-ақ бухгалтерлер өз мансабында мамандықтың беделіне нұқсан келтіруден аулақ болуы керек екендігі атап өтілген. Бухгалтерлік жұмыста адалдық пен шыншылдық өте маңызды, ал ұсынылатын қызметтерді немесе маманның біліктілігін асыра бағалауға жол берілмейді. Құпиялылық қағидатын басшылыққа ала отырып, бухгалтерлер фирмадан тыс іскерлік және кәсіби қарым-қатынастар арқылы алынған құпия ақпаратты жария етуге құқылы емес.

- Орталықсыздандырылған жүйелерді пайдалану. Әртүрлі ақпараттың үлкен ағындарын бір жерде бір тасымалдағышта сақтау өте қиын. Өңделген және сақталған ақпарат көлемі артқан сайын, бұл мүмкін емес қана емес, сонымен қатар қауіпсіз емес болып қалады. Ең жақсы шешімдердің бірі - орталықтандырылмаған деректерді сақтау жүйелерін, мысалы, әртүрлі басқарушылық қызмет түрлеріне арналған әртүрлі дерекқорларды пайдалану.

Қаржылық ақпаратты пайдаланушылар орталықтандырылмаған жүйе жоғары сапалы қызметтерді ұсыну үшін қажетті тиімділік пен ыңғайлылықты төмендетеді деп алаңдауы мүмкін. Дегенмен, мұндай мәселелер қазір деректер көздері нақты анықталған жағдайда бірнеше көздерден деректерді біріктіретін заманауи бағдарламалық жасақтамамен шешіледі.

+- Сақтандыру. Экономикалық және бизнес әлемі өте тұрақсыз, ішкі және сыртқы факторлардың ауытқуларына жауап береді. Сандық әлемде деректер мен ақпарат алмасудың жылдам болуы өзгерістерді одан да тездетеді, сондықтан компания басшылығы, соның ішінде бухгалтерия бөлімі үшін ықтимал өзгерістерге дайындалу өте маңызды. Қазіргі уақытта қолжетімді сақтандыру нұсқаларының тізімі кең: мүлік сақтандыруы, кәсіби жауапкершілік сақтандыруы, кателіктер мен кемшіліктерді сақтандыру, кибер жауапкершілік сақтандыруы және тағы басқалар.

Технологияның дамуымен көптеген дәстүрлі бухгалтерлік есеп процестері айтарлықтай жақсарды. Бұл өзгерістің негізгі қозғаушы күштерінің бірі автоматтандырылған бухгалтерлік есеп және есеп беру жүйелерін енгізу болды. Бұл жүйелер, өз кезегінде, бухгалтерлердің өнімділігін арттырды, қаржылық есептердің сапасын жақсартты және оларды дайындауды жеделдетті. Процесті автоматтандыру қаржылық деректерді дәлірек талдауға мүмкіндік береді. Бағдарламалық жасақтама деректерді автоматты түрде салыстыра алады, сәйкессіздіктер мен қателерді анықтай алады және бухгалтерлерге стандарттардан ауытқуларды жедел анықтауға көмектеседі. Бұл басқарушылық шешімдер қабылдау үшін өте маңызды болып табылатын компанияның қаржылық жағдайы туралы дәлірек және жаңартылған ақпарат алуға мүмкіндік береді.

Бұрын бухгалтерлік есеп мұрағаттауға, сақтауға және әртүрлі органдарға беруге тура келетін қағаз құжаттардың үлкен көлемін қамтыған. Қазір құжат айналымының айтарлықтай бөлігі электронды форматқа көшті. Бұл деректерді өңдеуді жеделдетіп қана қоймай, сонымен қатар қағаз және сақтау шығындарын азайтуға көмектеседі. Заманауи жүйелер бухгалтерлік есеп есептері мен шот-фактураларды электронды түрде алмасуға мүмкіндік береді, бұл оларды ұсыну және қарау процесін әлдеқайда жылдам және ыңғайлы етеді.

Сонымен қатар, электронды есеп беру деректерді қолмен енгізумен байланысты қателіктердің ықтималдығын азайтады және ақпаратты реттеуші органдарға ұсынуға қажетті уақытты қысқартады. Көптеген елдер қазірдің өзінде компаниялардан есептерді тек электронды түрде тапсыруды талап етеді, бұл процесті одан әрі жеделдетеді. Қазақстанда бұлтқа негізделген бухгалтерлік шешімдер белсенді түрде енгізілуде. Танымал нұсқалардың бірі - SaaS (Қызмет ретіндегі бағдарламалық жасақтама) моделінде 1C:Enterprise бағдарламалық жасақтамасын пайдалану. Бұл компанияларға бағдарламалық жасақтаманы жалға алуға және оны жергілікті компьютерлерге орнатудың қажеті жоқ онлайн режимінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Қазіргі заманғы бухгалтерлік бағдарламалық жасақтама қаржылық деректерді қателіктер мен дәлсіздіктерге автоматты түрде тексере алады. Бұл адами қателіктерді болдырмау арқылы есеп берудің дәлдігі мен сенімділігін айтарлықтай жақсартады. Барлық есептеулер жүйе бойынша орындалады, бұл есептеу қателіктерінің ықтималдығын азайтады. Сонымен қатар, автоматтандыру деректердегі сәйкессіздіктер мен сәйкессіздіктерді әлдеқайда тез анықтауға мүмкіндік береді. Бұл мәселелерді жедел шешуге және белгіленген стандарттарға сәйкес келмеу туралы есеп беру қаупін азайтуға мүмкіндік береді.

Бүгінгі таңда цифрлық технологиялар ұлттық экономиканы дамытуда маңызды рөл атқарады. «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасының негізгі мақсаты - тұрақты экономикалық өсімге қол жеткізу, экономика мен ұлттың бәсекеге қабілеттілігін арттыру және халықтың өмір сүру сапасын жақсарту үшін цифрлық экожүйені кеңейту.

Қолданыстағы бизнес-процестердің өнімділігін арттыру және банк тізілімдерін өңдеуге кететін уақытты қысқарту үшін «Азаматтарға арналған үкімет» мемлекеттік корпорациясы мен Қазынашылық комитеті Орталықтандырылған басқару жүйесі (CULS) ақпараттық жүйесін виртуалды серверлерге көшірді, ал төлемдерді қабылдау мен орналастыру бизнес-процестерін микросервис архитектурасына көшірді. Бұл тізілімді өңдеу уақытын 5-6 сағаттан 1,5 сағатқа дейін, ал төлемдерді өңдеу уақытын 5 сағаттан 1 сағатқа дейін қысқартты.

Мемлекеттік кіріс комитетінің ақпараттық жүйелері одан әрі жаңғыртылуда, бұл кедендік операцияларға арналған Астана-1 ақпараттық жүйесінің функционалдығын арттырады. IDB (интеграцияланған дерекқор) және ISNA (интеграцияланған салық әкімшілігі жүйесі) бағдарламалары жүзеге асырылуда. Осы жүйелердің барлығын енгізу және жаңғырту әкімшілік шығындарды айтарлықтай азайтып, салық және кеден әкімшілігінің тиімділігін арттырады.

eSalyk-Azamat салық әмияны мобильді қосымшасы іске қосылды, бұл жеке тұлғалар мен жеке кәсіпкерлерге салық әмиянын толтыру арқылы салықтарды баламалы түрде төлеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, пайдаланушылар мүлік, жер және көлік құралдары салықтары бойынша қолданыстағы салық салынатын объектілер туралы деректерді көре алады және уәкілетті мемлекеттік органдарға деректерді түзету үшін электрондық сұраныстар жібере алады. Бұл қызмет салық төлеушілерге ағымдағы және алдағы бюджеттік міндеттемелері туралы ақпарат береді. Салық әмиянынан алынған қаражат салық міндеттемелері туындаған тиісті салықтарға автоматты түрде есептеледі. Салық төлемінің деректемелері салық төлеушінің ақпаратынсыз автоматты түрде толтырылады, бұл кепілдік берілген жеткізуді қамтамасыз етеді. Жер учаскелері бойынша салық салынатын объектілер туралы деректерді түзету қызметі енгізілді.

Интеграцияланған дерекқор (ИДБ) енгізілуде. Оның мақсаты - Мемлекеттік кіріс комитетінің ақпараттық жүйелерінен деректерді жинауға (деректерді қабылдау, өңдеу, сақтау,

жаңарту және талдау) арналған жаңа орталықтандырылған, жаңартылған дерекқор құру. ИДБ уәкілетті органдардан жаңартылған ақпаратты алу процесін бірыңғай ақпараттық дерекқорда орталықтандырады және салық және басқа есептілік нысандарындағы сәйкессіздіктерді анықтай отырып, декларацияларды алдын ала толтыруға мүмкіндік береді.

Интеграцияланған салық әкімшілігі жүйесі (ИТАС) біріктіру нәтижесінде бірыңғай жүйеге біріктірілетін жеті қолданыстағы КГД жүйесін қайта құрылымдауды және жаңғыртуды қамтиды.

Электрондық шот-фактуралар АЖ шеңберінде тауарларға, аяқтау туралы сертификаттарға және келісімшарттарға арналған электрондық жөнелту жазбалары енгізілді, сондай-ақ Виртуалды қойма модуліндегі өнімдер тізімі кеңейтілді.

«Электрондық кеден» бағдарламасы екі жобадан тұрады: «АСТАНА-1» және «Экспорттық-импорттық операцияларға арналған бірыңғай терезе» ақпараттық жүйесіндегі тізілім операцияларын автоматтандыруға арналған «Бір терезе» бағдарламасы. Биыл 2019 жылғы міндеттемелерді аяқтау және жүйені ЕАЭО шеңберіндегі халықаралық талаптарға сәйкестендіру үшін өзгерту жоспарлануда.

Арнайы салық режимдері пайдаланушыға ыңғайлы E-salyk-Business мобильді қосымшасын жасау арқылы цифрландырылуда, бұл кәсіпкерлерге жеке кәсіпкер ретінде онлайн тіркелуге, түбіртектер беруге, түбіртектер мен банк аударымдары негізінде автоматты төлемдер жасауға, салықтар мен әлеуметтік аударымдарды төлеуге, анықтамалар алуға және басқа да қажетті бизнес құжаттарын алуға мүмкіндік береді. Ең маңызды үрдіс мемлекеттік қызметтерді әдепкі бойынша цифрлық түрде ұсыну болды. Біз бұл бағытта 2000 жылдардан бері жұмыс істеп келеміз, сол кезде біз қағаз декларациялардан бас тартып, сапалы секіріс жасадық.

2021 жылы ең көп сұранысқа ие мемлекеттік қызметтерге - салық есептілігіне, салық берешегі туралы мәлімдемелерді беруге және салық есептілігін алуға - сұраныс жоғары болып қалды және әлі де 99 пайыз жағдайда электронды түрде ұсынылады.

Мемлекеттік кіріс комитеті (МКК) жүргізіп жатқан барлық цифрландыру жұмыстары мемлекеттік қызметтердің сапасын жақсартады, қолайлы бизнес ортасын жасайды, бизнес пен халық үшін әкімшілік кедергілерді азайтады, сондай-ақ мемлекеттік кіріс жүйесін қолжетімді, түсінікті және ашық етеді, сайып келгенде, елдің экономикалық қауіпсіздігін арттырады.

Smart Data Finance жүйесінің коммерциялық іске қосылуы e-Tamga ҚҚС төлем жүйесін іске қосудың негізі болады. Ол тұтынушылар, жеткізушілер және бюджет арасындағы ҚҚС бойынша есеп айырысуға арналған. Барлық төлемдер электронды шот-фактураларды пайдалану арқылы өңделеді, бұл салық төлеуден жалтару мүмкіндігін жояды. Жүйені енгізу ҚҚС қайтару мерзімін қазіргі 150 күннің орнына 15 күнге дейін қысқартады.

Қаржы министрлігі Интеграцияланған салық әкімшілігі жүйесін (ITAS) пайдалана отырып, Цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігімен бірлесіп, салық төлеушілердің проактивті қызмет көрсету моделін әзірлеуде. ITAS-тағы жеке кабинет қызметтерге қашықтан қол жеткізуге, есеп беруге және мемлекеттік кіріс органдарымен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді, салық органдарына жеке бару қажеттілігін жояды.

Одан әрі әзірлемелерге виртуалды салық көмекшісін құруға мүмкіндік беретін жасанды интеллект технологияларын пайдалану кіреді. Бұл құрал бизнеске ашылғаннан жабылғанға дейін салық декларацияларын тапсыруға, салық режимін таңдауға және есеп беру мен салық төлеу мерзімдерін бақылауға көмектесуге барлық кезеңде қолдау көрсетеді.

Тұтынушылардың фискалдық түбіртектердің қажеттілігі туралы хабардарлығын арттыру үшін Қаржы министрлігі 2025 жылдың көктемінде Salyq cashback жобасын қайта бастауды жоспарлап отыр. Семей мен Аққөл ауданында жүргізілген пилоттық жоба барысында сатып алушылар фискалдық түбіртекті көрсеткен кезде сатып алу сомасының 2%-ын алды. Нәтижесінде түбіртектер саны 222%-ға, ал сатып алынған тауарлар мен қызметтердің көлемі 132%-ға өсті. 2025 жылы жоба Өскемен, Жетіқара және Жақсы аудандарына кеңейтіледі.

Қазақстандағы салық және бухгалтерлік есепті цифрландыру туралы осы есепте соңғы жылдары осы салада болған маңызды өзгерістер қорытындыланады. Заманауи технологияларды пайдалана отырып, цифрлық шешімдерді енгізу салық әкімшілігі мен бухгалтерлік есепке көзқарастарды өзгертті, ашықтықты, тиімділікті және деректердің сенімділігін арттырды. Цифрландыру салық органдары мен бизнес арасында ақпарат алмасу үшін бірыңғай платформаларды құруға мүмкіндік берді, есептерді дайындау және тапсыру процесін жеңілдетті. Салық декларацияларын электронды түрде тапсыру мүмкіндігін енгізу салық органдары мен салық төлеушілердің жұмсайтын уақытын айтарлықтай қысқартты. Бұл процестің ең айқын әсерлерінің бірі сыбайлас жемқорлықтың азаюы және салық жүйесіне деген сенімдің артуы болды.

Бухгалтерлік есеп процестерін автоматтандыру қаржылық ағындарды бақылауды жақсартты және қателіктер ықтималдығын азайтты, бұл әсіресе шағын және орта бизнес үшін маңызды. Салық және бухгалтерлік есеп деректерін біріктіру компанияның қаржылық жағдайын жан-жақты түсінуге мүмкіндік берді және стратегиялық шешімдерді жаңа қиындықтар мен нарықтық талаптарға бейімдеуге мүмкіндік берді. Қол жеткізілген табыстарға қарамастан, Қазақстандағы салық және бухгалтерлік есепті цифрландыру белгілі бір қиындықтарға тап болады. Оларға технологияны үздіксіз жаңарту қажеттілігі және жаңа құралдарды тиімді пайдалана алатын білікті мамандарға деген қажеттілік жатады. Цифрлық технологиялардың динамикалық дамуын ескере отырып, мамандарды оқытуға және инфрақұрылымды дамытуға инвестиция салуды жалғастыру қажет.

Деректердің қауіпсіздігінің маңыздылығын да атап өткен жөн. Электронды түрде өңделетін ақпарат көлемі артқан сайын, оның жоғалу немесе рұқсатсыз кіру қаупі де артады. Сондықтан киберқауіпсіздік цифрландыру стратегиясының ажырамас бөлігіне айналуда.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. «Бухгалтерлік есеп пен қаржылық есептілік туралы» ҚР 28.02.2007 ж. №234-III ҚРЗ Заңы (өзгерістер мен толықтырулармен)
2. 1C:Enterprise 8 жүйесіне шолу//https://1c.kz/v8/
3. «ҚР кәсіби бухгалтерлер палатасы» ҮЕҰ мүшелері болып табылатын кәсіби бухгалтерлердің этикалық кодексі (2017 жылғы 24 сәуір)//https://online.zakon.kz
4. Нурумов А., Бекболсынова А., Ермекбаева Б., Арзаева М. Налоги и налогообложение. Учебник. Изд-во: Фолиант. – 2018. – 736 с.
5. Шаукерова З.М., Төкенова Б.И. Қаржылық есеп 1. Оқу құралы. - Астана: С. Сейфуллин атындағы ҚазАТУ, 2015.- 131 б.
6. Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің орынбасары – Қазақстан Республикасы Қаржы министрінің 2014 жылғы 25 маусымдағы № 100 бұйрығы. 291 «Кәсіби бухгалтерлерге кандидаттарды сертификаттау ережелерін бекіту туралы»// http://adilet.zan.kz/
7. Акимова Б.Ж., Махамбетова А.О., Айтхожина Л.Ж., Кажмухаметова А.А. Стратегический управленческий учет: Учебное пособие. — Алматы: New book, 2021. — 256 с.
8. Тайгашинова К.Т. Основы бухгалтерского учета: Учебник. - Алматы: Экономика, 2017. – 202 с.
9. Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың Қазақстан халқына жолдауы. 2020 жылғы 1 қыркүйек //https://www.akorda.kz
10. 2020 жылғы киберқылмыс туралы ресми жылдық есеп//https://www.herjavecgroup.com

УДК 004.8:005.21
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089532

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕ КОМПАНИЯНЫ БАСҚАРУДЫ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУ: МҮМКІНДІКТЕР МЕН ТӘУЕКЕЛДЕРДІ ЭМПИРИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

ШАМШИДЕНОВА ДИАНА САЙФИТДЕНОВНА
Алматы технологиялық университетінің экономика және бизнес факультетінің магистранты

Ғылыми жетекші - э.ғ.к., қауымд. профессор **УРКУМБАЕВА АСИЯ РАХИМЖАНОВНА** Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. *Зерттеудің мақсаты - жасанды интеллект негізінде компанияны басқарудың цифрлық трансформациялаудың мүмкіндіктері мен тәуекелдерінің зерттеу әдіснамасын тладау болып табылады.*

Зерттеу гипотезасы. Жасанды интеллекке байланысты қауіптердің жоғары деңгейі компанияны басқарудағы цифрлық трансформация мүмкіндіктерін статистикалық тұрғыдан маңызды оң байланыста болады.

Зерттеудің әдіснамасы. Зерттеуде сандық әдіс ретінде салауанама қолданылды. Эмпирикалық деректерді Google Forms арқылы жиналып, нәтижелері талданды. Алынған деректер R бағдарламасы арқылы өңделіп, тәуелді және тәуелсіз айнымалылар арасындағы байланыстар оң немесе теріс екенін анықталынды.

Зерттеудің жаңашылдығы. Зерттеуде компанияны басқаруды жасанды интеллект негізінде цифрлық трансформациялау мәселесі мүмкіндіктер мен тәуекелдерді қатар қарастыру арқылы эмпирикалық тұрғыдан зерделенеді. Зерттеу нәтижесінде ЖИ-дің басқарушылық шешімдерді жеделдету, шығындарды азайту және деректерді талдау сапасын арттыру сияқты мүмкіндіктері, сондай-ақ қызметкерлердің цифрлық дағдыларының жеткіліксіздігі, қаржылық шығындар және технологиялық инфрақұрылымның жеткіліксіздігі сияқты негізгі кедергілері анықталды.

Зерттеу нәтижелері. Сауалнама нәтижесінде респонденттердің 37,9%-ы ЖИ-дің негізгі мүмкіндігі ретінде шешім қабылдау жылдамдығын арттыруды, 31,9%-ы шығындарды азайту мен ресурстарды үнемдеуді, 27,6%-ы деректерді талдау және болжам жасау сапасын арттыруды көрсетті. ЖИ енгізудегі негізгі кедергі ретінде респонденттердің 40,5%-ы қызметкерлердің білімі мен цифрлық дағдыларының жеткіліксіздігін атады. Сонымен қатар, 42,2% респондент ЖИ қызметкерлердің жұмысын жеңілдетеді, ал 40,5%-ы еңбек өнімділігін арттырады деп есептейді. Регрессиялық талдау нәтижелері зерттеу гипотезасын бағалауға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: *жасанды интеллект, цифрлық трансформация, компанияны басқару, тәуекелдерді басқару, компания мүмкіндіктері*

Кіріспе. Қазіргі таңда жасанды интеллект құралдары арқылы компаниялардағы басқарудың дәстүрлі модельдерін өзгертіп келеді. Цифрлық трансформация қазіргі кезде жаңа бизнес-модельдерді қалыптастыруға, құндылықтар тізбегін тиімді құрастыруға және корпоративтік мәдениетті өзгертуге мүмкіндік береді.

Дегенменде, жасанды интеллектіні компанияның басқару жүйесіне тез әрі оң нәтижемен бірден ене бермейтін процесс. Соңғы кездері ғылыми айналымда жасанды интеллектімен байланысты зерттеулер артып келеді. Цифрлық даму үрдісінде Қазақстанда Жасанды интеллект және цифрлық даму министрлігі құрылып, «AI Sana» платформасы мен халықаралық «AlemAI» жасанды интеллект орталығы жұмыс істеуде. Бұл әрекеттер мемлекеттік деңгейінде цифрлық трансформациялауға көңіл бөлінгенімен, компания

деңгейлерінде жасанды интеллектіні енгізудің мүмкіндіктері мен тәуекелдерді бойынша зерттеу қажеттілігі әлі қанағаттандырылмаған [1,2,3]. Сонымен қатар, эмпирикалық деректердің нәтижесі бойынша цифрлық трансформацияның нәтижесі сәтсіз болды, себебі, компаниялардың процессінде көптеген қиындықтар мен тәуекелдерге тап болды [4]. Мысалы, шағын және орта бизнес деңгейінде жасанды интеллектіні енгізу қиын болды, себебі, қаржылық ресурс, қызметкерлердің құзыреттілік және цифрлық сауаттылық деңгейі ірі компанияларға қарағанда әртүрлі болып табылады [5]. Бұл өз кезегінде жасанды интеллект негізінде цифрлық трансформация тәуекелдері мен мүмкіндіктерін анықтап, жүйелі әдіснамасын әзірлеу өзекті мәселенің бірі.

Зерттеудің мақсаты - жасанды интеллект негізінде компанияларды басқарудың цифрлық трансформациясының мүмкіндіктері мен тәуекелдерін зерттеудің әдіснама негіздерін қалыптастыру.

Зерттеу міндеттері ретінде төмендегі *міндеттер* атап өтілді:

- Жасанды интеллект негізінде компанияны басқарудың цифрлық трансформациясының теориялық негіздерін қарастыру және оның негізгі мүмкіндіктері мен тәуекелдерін анықтау;
- Компанияларда ЖИ енгізуге әсер ететін негізгі факторларды анықтау және қызметкерлердің ЖИ технологияларына қатысты көзқарастарын эмпирикалық сауалнама арқылы зерттеу;
- Компанияны басқаруға ЖИ-ді тиімді енгізу үшін ұсыныстар ұсыну.

Гипотеза 1: Жасанды интеллектке байланысты қауіптердің жоғарылауы компанияны басқарудағы цифрлық трансформациялау мүмкіндіктерін жоғарылауына оң әсер етеді.

Әдебиеттерге шолу. Kavak және Rusu (2025) ЖИ-дың цифрлық трансформациядағы мүмкіндіктері мен қиындықтарын жүйелі әдеби шолу арқылы зерттеді. Зерттеудің негізгі мақсаты - ЖИ-дың цифрлық трансформация стратегиясындағы рөлін, оның ұйымдарға беретін мүмкіндіктері мен туындайтын қиындықтарын жүйелеуді анықтау болды. Зерттеу нәтижелері ЖИ-ды енгізудің негізгі мүмкіндіктері ретінде операциялық тиімділікті арттыру, шешім қабылдау сапасын жақсарту және бәсекелік артықшылық қалыптастыруды көрсетеді. Яғни ЖИ компаниядағы үлкен көлемдегі деректерді өңдеу, болжам жасау және басқарушылық шешімдерді қолдау арқылы цифрлық трансформацияның стратегиялық құрамдасына айналады. Сонымен қатар авторлар ЖИ енгізу автоматты түрде оң нәтиже бермейтінін және ұйымның нақты қажеттіліктері мен мүмкіндіктеріне сәйкестендірілуі керектігін атап көрсетеді [6].

Rodríguez-Espíndola және әріптестері (2022) ЖИ-дың цифрлық өндіріс жағдайындағы тәуекелдерді басқаруға қабылдануын эмпирикалық тұрғыдан зерттеді. Зерттеуде Ұлыбританияның өндірістік секторындағы 117 операциялық менеджердің деректері қолданылып, құрылымдық теңдеулерді модельдеу (SEM) әдісі пайдаланылды. Зерттеудің маңызды нәтижесі - технологияны қабылдау тек оның техникалық сипаттамаларымен түсіндірілмейді. Цифрлық трансформацияның жетілу деңгейі, нарықтық қысым, реттеуші талаптар және ұйымның resilience (тұрақтылық) деңгейі технологияның пайдалылығын қабылдауға және оны тәуекелдерді басқаруға енгізуге әсер етеді. Авторлар resilience көрсеткішінің ЖИ және blockchЖИn технологияларын тәуекелдерді басқару мақсатында қабылдауға оң ықпал ететінін анықтады [7].

Romeo және Lacko (2025) ұйымдардағы ЖИ интеграциясын жүйелі түрде зерттеген. Зерттеуге сәйкес, ЖИ-ді қолданудың үлкен үлесі HR саласында - 38%, ал маркетингте - 29% екенін анықталды. Сонымен қатар, авторлар ЖИ технологиялары ішіндегі машиналық оқыту 56%-ы болжам жасау, сұранысты болжау, маркетингті автоматтандыру мен логистиканы жоспарлау сияқты шешім қабылдауда маңыздылығын көрсетті. Компанияны басқаруда ЖИ-ді енгізуде басшылықтың қолдауы, қызметкерлерді оқыту және қаржылық ресурс пен технологиялық инфрақұрылым маңызды болса, тәуекелдері негізінде біліктіліктің жетіспеуі мен деректердің қауіпсіздігін атап өтті [8].

Әдіснама. Зерттеу барысында шетелдік ғылыми деректерге және отандық дереккөздерге сүйенілді. Әдіснама ретінде сандық әдіс ішінде сауалнама жүргізіліп, сауалнама жауаптарын R бағдарламасы арқылы кодталды. Сауалнама Google Forms арқылы және бір жауапты таңдауға болатын 10 сұрақтан құрастырылды (N=116). Тәуелді және тәуелді емес айнымалылар арасындағы байланыстар талданды. Зерттеу барысында салыстырмалы талдаулар жүргізілді.

Нәтиже мен талқылау. Қазақстанда жасанды интеллект пен цифрлық технологияларды дамыту мемлекеттік деңгейдегі басым бағыттардың біріне айналып отыр. 2025 жылы Қазақстанда жасанды интеллект және цифрлық даму бағытын күшейтуге арналған институционалдық өзгерістер жүргізіліп, AI инфрақұрылымын, мамандарды даярлауды және цифрлық экожүйені дамытуға бағытталған бастамалар іске асырылды. Сонымен қатар, Қазақстан мен Корея арасындағы ынтымақтастық аясында AI SilkNet Center іске қосылып, оның қызметі деректерге негізделген талдау, технологиялық болжам жасау және жасанды интеллект арқылы ғылыми және басқарушылық шешімдерді қолдауға бағытталған.

Oldemeyer, Jede және Teuteberg (2024) зерттеуінде ЖИ енгізудегі негізгі кедергілер ретінде қызметкерлердің білімі мен дағдыларының жеткіліксіздігі, жоғары қаржылық шығындар және инфрақұрылымның жеткіліксіздігі анықталған [5]. Зерттеу нәтижелері бұл тұжырымдармен сәйкес келеді: эмпирикалық зерттеу бойынша аталған авторлардың нәтижелерін нақты респонденттердің жауаптары негізінде сандық түрде растайды.

ЖИ-дің компанияны басқарудағы рөлін, оны енгізудің негізгі кедергілерін және қызметкерлердің еңбек қызметіне ықпалын анықтау мақсатында жүргізілген эмпирикалық сауалнама нәтижелері төменде берілген (Сурет 1,2,3).



Сурет 1 - Басқаруда ЖИ қолданудың ең маңызды мүмкіндігі

Суреттен көріп тұрғанымыздай, респонденттердің 37,9%-ы ЖИ-дің басты мүмкіндігі ретінде шешім қабылдау жылдамдығын арттыратынын көрсетті. Бұл дегеніміз компанияны басқаруда ЖИ-дің үлкен көлемдегі ақпараттарды жылдам өңдеп, басқарушылық шешім қабылдау процессін жеделдетеді. 37,9%-ы шығындарды азайту және ресурстарды үнемдеу тұр. Яғни респонденттердің басым көпшілігі ЖИ-ді тек ақпаратты өңдеу құралы емес, компанияның ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін басқару технологиясы ретінде қарастырады. Респонденттердің 27,6% ЖИ-дің деректерді талдау және болжам жасау сапасын арттыруын маңызды мүмкіндік деп бағалаған. Бұл компанияның нарықтық жағдайды, ішкі процестерді және болашақтағы ықтимал өзгерістерді деректер негізінде бағалау мүмкіндігін көрсетеді.



Сурет 2 - Компанияда ЖИ енгізудегі кедергілер

Компанияда ЖИ енгізуге кедергі келтіретін негізгі факторлардың бірі ретінде респонденттердің 40,5%-ы қызметкерлердің білімі мен цифрлық дағдылардың жетіспеушілігін атап өтті. Бұл нәтиже бойынша ЖИ негізіндегі цифрлық трансформацияның тек технологиялық жабдықты енгізумен шектелмейтінін көрсетеді. Жаңа технологияны тиімді пайдалану үшін қызметкерлердің тиісті білім мен цифрлық құзыреттерге ие болуы қажет. Қаржылық шығындардың жоғары болуы және технологиялық инфрақұрылымның жеткіліксіздігі деген факторлар 25%-дан көрсеткішке ие. Демек, компаниялар үшін ЖИ енгізу кезінде қаржылық ресурстар мен қажетті технологиялық инфрақұрылымның болуы да маңызды мәселе болып отыр. Демек, сауалнама нәтижелері ЖИ енгізудің негізгі қиындығының бірі технологияның өзінде емес, оны қолданатын адам капиталының дайындығында екенін аңғартады.



Сурет 3 - ЖИ қолдану компанияның қызметкерлерінің жұмысына әсері

Респонденттердің 42,2%-ы ЖИ енгізу нәтижесінде қызметкерлердің жұмысы жеңілдейді деп есептесе, ал 40,5% респондент ЖИ еңбек өнімділігін айтарлықтай арттырады деген пікір білдірді. Бұл екі көрсеткішті бірге қарастырғанда, сауалнамаға қатысушылардың басым бөлігі ЖИ-дің қызметкерлер жұмысына оң ықпал етеді деп қабылдайтыны байқалады. Сонымен қатар, 14,7% респондент кейбір жұмыс орындарының қысқаруына әкелуі мүмкін деп санайды. Бұл ЖИ-дің еңбек өнімділігін арттырумен қатар, белгілі бір міндеттерді автоматтандыру арқылы кейбір жұмыс түрлеріне қажеттілікті төмендетуі мүмкін деген пікірдің бар екенін көрсетеді.

Эмпирикалық зерттеу нәтижелері компанияны ЖИ негізінде цифрлық трансформациялаудың елеулі басқарушылық мүмкіндіктері бар екенін, бірақ оның тиімді жүзеге асуы үшін кадрлардың цифрлық құзыретін арттыру, қаржылық және технологиялық

мүмкіндіктерді қамтамасыз ету және еңбек саласындағы ықтимал өзгерістерді ескеру қажет екенін көрсетеді.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері R бағдарламасына салыды және келесі нәтижелер шықты (Сурет 4).

```
Call:
glm(formula = Opportunites ~ AI.Threats + AI.Risk + Effective.implementation,
    data = A)

Coefficients:
                         Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)               1.38092    0.24711   5.588 1.63e-07 ***
AI.Threats                0.46416    0.08434   5.503 2.39e-07 ***
AI.Risk                  -0.19937    0.08118  -2.456   0.0156 *
Effective.implementation  0.03071    0.09500   0.323   0.7471
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.588172)

    Null deviance: 89.862  on 115  degrees of freedom
Residual deviance: 65.875  on 112  degrees of freedom
AIC: 273.56

Number of Fisher Scoring iterations: 2
```

Сурет 4 - 1-гипотеза бойынша R бағдарламасының нәтижелері

Суретті талдау барысында, AI.Threats айнымалысы Opportunites айнымалысымен β=0,4641, ал p=2,39e... мәнін көрсетіп тұр. Яғни, AI.Threats айнымалысы «***» AI.Threats айнымалысы Opportunites арасында статистикалық тұрғыда тығыз байланысты және оң нәтижені көрсетті, себебі, p-мәні 0,05-тен төмен болды. Демек, гипотеза 1 дәлелденді.

Қорытынды. Зерттеу нәтижесінде ЖИ компанияны басқаруда шешім қабылдауды жеделдетіп, шығындарды азайтып, еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік беретіні анықталды. Алайда оны енгізудегі негізгі кедергілер - қызметкерлердің цифрлық дағдыларының жеткіліксіздігі, қаржылық шығындар және инфрақұрылым мәселелері. Сондықтан ЖИ-ді компанияларға кезең-кезеңімен, алдымен пилоттық жобалар арқылы енгізіп, қызметкерлердің цифрлық құзыреттерін дамыту маңызды. Зерттеу нәтижелері ұсынылған гипотезаның қолдау тапқанын көрсетті. Сол себептен төменде атап өтілген ұсыныстар келтірілді:

1. ЖИ-ді компанияға кезең-кезеңімен енгізу және алдымен нақты бизнес-процестерден бастау. Респонденттердің 57,8%-ы ЖИ-ді компанияның барлық негізгі басқару процестеріне бірден емес, кезең-кезеңімен енгізуді қолдайды. Сондықтан компаниялар алдымен нақты қажеттілігі бар процестерді анықтап, ЖИ-ді сол бағыттарда сынақтан өткізіп, нәтижесі оң болған жағдайда басқа басқару процестеріне кеңейтуі қажет.

2. Пилоттық жобаларды кеңінен қолдану және нәтижесін бағалау. Сауалнамадағы 29,3% респонденттің «алдымен пилоттық жобалар арқылы сынақтан өткізу» ұсынысымен үндеседі. Сондықтан компаниялар ЖИ-ді толық масштабта енгізбес бұрын шағын пилоттық жоба жүргізіп, оның тиімділігін, шығынын және тәуекелдерін бағалауы керек. Демек, ЖИ инвестициясының нәтижелілігін бағалаудың (ROI) маңыздылығын көрсетеді. Бұл қате шешім қабылдау тәуекелін азайтып, тиімді шешімдерді кейін компания көлемінде кеңейтуге мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Astana Times. (2025). Kazakhstan Accelerates Digital Transformation with AI, Blockchain, and Global Tech Ambitons. https://astanatimes.com/2025/09/kazakhstan-accelerates-digital-transformation-with-ЖИ-blockchЖИn-and-global-tech-ambitions/
2. Astana Times. (2025). Kazakhstan: Central Asia's AI Powerhouse. https://astanatimes.com/2025/05/kazakhstan-central-asias-ЖИ-powerhouse/
3. Cental Asia-Caucasus Analyst (CACI Analyst). (2025). Kazakhstan's AI Silknet: Building a Digital Bridge for Central Asia's Future. https://cacianalyst.org/publications/analytical-articles/item/13905-kazakhstans-ЖИ-silknet-building-a-digital-bridge-for-central-asias-future.html
4. Risk Assessment of Digital Transformation from the Respective of Organizational Adaptation Cycle: A Study Based on Failure Mode and Effect Analysis. Procedings of the International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Risk Management. https://doi.org/10.1145/3718751.3718913
5. Oldemeyer, L., Jede, A., & Teuteberg, F. (2024). Investigation of artificial intelligence in SMEs: a systematic review of the state of the art and the main implementation challenges. Management Review Quarterly, 75(2), 1185–1227. https://doi.org/10.1007/s11301-024-00405-4
6. Kavak, M., & Rusu, L. (2025). Challenges and opportunities of artificial intelligence in digital transformation: A systematic literature review. Procedia Computer Science, 256, 369–377. https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.02.132
7. Rodríguez-Espíndola, O., Chowdhury, S., Dey, P. K., Albores, P., & Emrouznejad, A. (2022). Analysis of the adoption of emergent technologies for risk management in the era of digital manufacturing. Technological Forecasting and Social Change, 178, 121562. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121562
8. Romeo, E., & Lacko, J. (2025). Adoption and integration of AI in organizations: A systematic review of challenges and drivers towards future directions of research. Kybernetes, 55(3), 1286–1307. https://doi.org/10.1108/K-07-2024-2002

ҒТАМР 06.77.59
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089538

ҚАЗАҚСТАН ҰЙЫМДАРЫНДАҒЫ HR-ФУНКЦИЯЛАРДЫҢ ЦИФРЛЫҚ ЖЕТІЛУІН БАҒАЛАУ: МОДЕЛЬДЕР, КӨРСЕТКІШТЕР ЖӘНЕ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

ТӨЛЕУҒАЗЫ АҚНҰР ТӘНІБЕРГЕНҚЫЗЫ
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, «Экономика» кафедрасының магистранты

Ғылыми жетекші – **МОЛДАКЕНОВА ЕРКЕЖАН КОКСЕГЕНОВНА**
Астана, Қазақстан

Аннотация. *Мақалада Қазақстан ұйымдарындағы HR-функцияларының цифрлық жетілуі мәселесі ұйымдастырушылық қабілеттердің жетілу теориясы (Capability Maturity Models) мен посткеңестік цифрландыру тұжырымдамалары аясында зерделенеді. Зерттеудің мақсаты - 2026 жылғы қазақстандық эмпирикалық деректер негізінде HR-функцияларының цифрлық жетілу деңгейін айқындап, ұйымдық басқаруды жетілдіруге арналған ұсыныстар тұжырымдау. Классикалық батыстық модельдерге (Deloitte, Bersin by Deloitte, McKinsey) және локализацияланған сандық әдістемелерге (DHRMI индексі, И. Н. Калиновскаяның көпфакторлы моделі) салыстырмалы талдау жасалды. Зерттеудің негізгі тұжырымы: нарықтың 45,5%-ы «оқшауланған жүйелер» деңгейінде қалып отыр, ал жасанды интеллектке нақты дайын компаниялар үлесі небәрі 2,3%-ды құрайды. Сонымен қатар, персоналдың предиктивтік аналитикасы (People Analytics) мен кадрларды ұстап қалу арасында статистикалық маңызды байланыс дәлелденді. Зерттеу нәтижелері HR-цифрландыру стратегиясын қалыптастырушы ұйымдар үшін деректік-аналитикалық тірек ретінде қызмет ете алады.*

Кілтті сөздер: *HR-цифрландыру, ұйымдастырушылық жетілу модельдері, DHRMI, People Analytics, eHRMS, персоналды ұстап қалу, Қазақстан еңбек нарығы.*

Цифрлық технологиялардың кеңінен таралуы заманауи бизнес процестерін жан-жақты өзгертуде. Персоналды басқару жүйесі де ерекшелік емес: HR-функциясын цифрландыру бүгінде ұйымдардың операциялық тиімділігін арттырудың басым бағытына айналды. Бұрын HR-функциясы тек кадрлық іс жүргізуге теңелетін. Ал бүгінде ол стратегиялық серіктес пен өзгерістер драйвері рөліне талпынуда [4; 18]. Іс жүзінде бұл - күнделікті операцияларды автоматтандыру, транзакциялық шығындарды азайту, іріктеу мен бейімделудің жеделдеуі. Ал ең бастысы - басшының интуициясына емес, деректерге негізделген шешім қабылдау мүмкіндігі (data-driven decisions) [10; 17].

Қазақстан да бұл тұрғыда ерекшелік емес. Елімізде «2029 жылға дейінгі Digital Qazaqstan» мемлекеттік стратегиясы қабылданды. Ол корпоративтік және квазимемлекеттік секторды цифрландыруға мықты институционалдық серпін берді [15]. Бірақ технологияны сатып алу - бір бөлек, оны жұмыс істетуге мәжбүрлеу - мүлдем басқа мәселе. Бағдарламалық қамтамасыз етуге елеулі инвестициялар салынғанымен, көптеген компаниялар жүйелік интеграцияда қиналады: шешімдер бір-бірімен нашар үйлеседі, HR-мамандарында IT-құзыреттілік жетіспейді, ал енгізілген өзгерістердің тиімділігін бағалау әдістері әлі де болжамды деңгейде қалып отыр [2; 16].

Зерттеудің өзектілігі дәл осы алшақтықтан туындайды. Батыстық модельдер - Deloitte, Bersin, McKinsey - дамыған нарықтар үшін әзірленген және Орталық Азияның институционалдық контекстін әрдайым ескере бермейді [2; 4]. Сондықтан жаһандық әдіснамаларды локализацияланған индекстік тәсілдермен - DHRMI индексі, И. Н. Калиновская

әдістемесі - салыстыру академиялық қызығушылықтан гөрі практикалық қажеттілік болып табылады [8; 12].

Осы зерттеудің мақсаты - аталған теориялық үлгілер арқылы 2026 жылғы қазақстандық статистикалық және сауалнамалық деректерді жүйелі талдау. Осының негізінде HR-функцияларының цифрлық жетілу деңгейін айқындап, ұйымдық басқаруды жетілдіруге бағытталған ұсыныстар тұжырымдалады.

Материалдар мен әдістері

Зерттеу теориялық-аналитикалық сипатта орындалады: бастапқы деректер жинаудың орнына жарияланған есептер мен сауалнама нәтижелері жүйелі синтез, салыстырмалы талдау және индукция тәсілдері арқылы зерделенеді. Эмпирикалық деректік база ретінде «HR цифрлық жетілу индексі – Қазақстан 2026» бірлескен зерттеуі пайдаланылды (Doodocs, People Consulting, Digital Business; n = 44 ұйым). Сондай-ақ Ж. Б. Бекмагамбетованың (2026) 78 қазақстандық ұйымды қамтыған эмпирикалық зерттеуі және Қазақстан Республикасы HR-менеджерлер қауымдастығы мен ҚР Президенті жанындағы Мемлекеттік басқару академиясының 70 тереңдетілген сұхбатқа негізделген ертерек зерттеуі қолданылды [12; 13; 14].

Теориялық негіз ретінде ұйымдастырушылық қабілеттердің жетілу моделі (Deloitte Capability Maturity Model), Дж. Берсиннің төрт деңгейлі моделі және McKinsey-дің үш архетипі басшылыққа алынады. Посткеңестік контекске бейімдеу үшін И. Н. Калиновскаяның адами ресурстарды басқаруды цифрландыруды бағалаудың көпфакторлы сандық әдістемесі және Ж. Б. Бекмагамбетованың DHRMI индексі қолданылады.

Нәтижелер және талқылау

HR-қызметтерінің цифрлық трансформация процесін құрылымдау үшін әлемдік тәжірибеде ұйымдастырушылық қабілеттердің жетілу модельдері (Capability Maturity Models) қолданылады. Олар функцияның базалық әкімшілік деңгейден интеграцияланған предиктивтік жүйеге дейінгі жолын сипаттайды [4; 18]. Ең танымалысы - Deloitte-тің бес деңгейлі моделі [3; 4]: әкімшілік деңгей (реактивті, автоматтандырусыз жұмыс), нормативтік-бағдарланған деңгей (заңнаманы сақтауға бағдарлану), тиімділік деңгейі (нүктелі автоматтандыру), стратегиялық серіктес деңгейі (цифрлық құралдардың жүйелі енгізілуі) және алдын ала болжайтын деңгей (болжамдық модельдеу мен ЖИ қолданылуы) [3; 4].

Джош Берсиннің (Bersin by Deloitte) моделі төрт деңгейден тұрады [5]: транзакциялық HR, функционалдық үздіктік, бизнес-серіктестік және дамыған People Analytics-ке сүйенетін таланттардың интеграцияланған стратегиясы. Берсиннің бақылауы бойынша көптеген компаниялар дәл екінші деңгейде тұрып қалады, жекелеген функциялардың жергілікті тиімділігін стратегиялық жетілу деп қате қабылдайды [6]. McKinsey & Company болса қатаң деңгей шкаласының орнына үш архетипті ұсынады: қызмет провайдері, тәжірибе архитекторы және құндылық драйвері [7]. McKinsey (2023) деректері бойынша, әлем бойынша ұйымдардың небәрі 9%-ы ғана өз кадр қызметін бір мезгілде стратегиялық әрі жоғары тиімді деп санайды [7].

Кесте 1. HR-функцияларының классикалық жетілу модельдерін салыстырмалы талдау

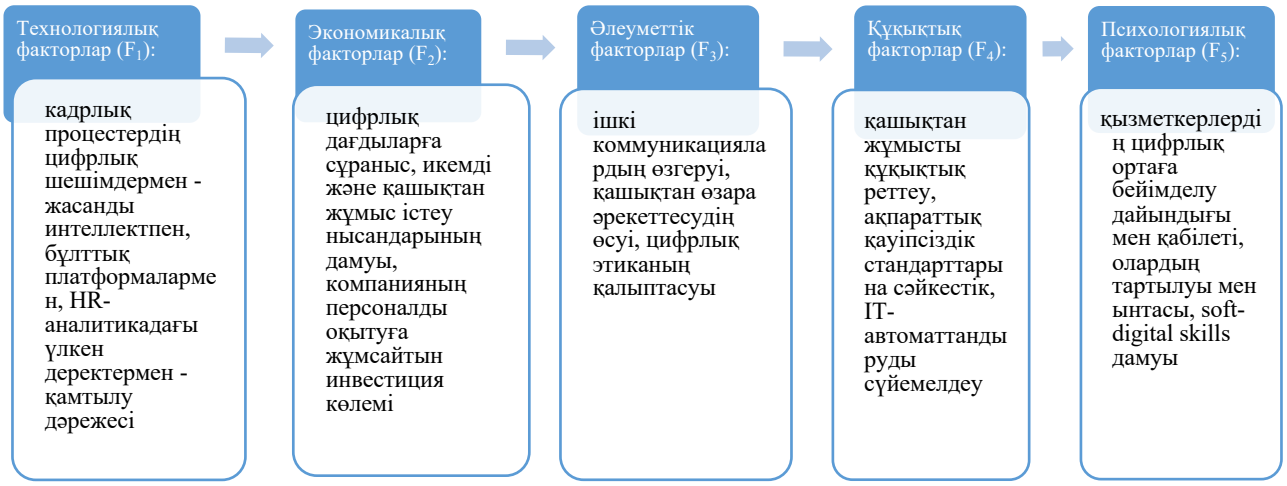
Модель / Дереккөз	Деңгейлер саны	Бағалаудың негізгі фокусы	Күшті жақтары	Қолданудың оңтайлы салалары
Deloitte	5 деңгей	Бизнес-нәтижелерге қосқан	Күнделікті жұмыстан болжауға дейінгі	Ірі холдингтер, әртараптандырылған корпорациялар.

Модель / Дереккөз	Деңгейлер саны	Бағалаудың негізгі фокусы	Күшті жақтары	Қолданудың оңтайлы салалары
		үлес, предиктивтік HR-аналитика.	трансформацияның нақты кезең-кезеңімен жолы.	
Bersin by Deloitte	4 деңгей	Таланттардың эволюциясы, тартылу, процестердің интеграциясы.	Адами капиталды дамыту тәжірибелерін терең пысықтау.	Жоғары технологиялық компаниялар, креативті индустриялар.
McKinsey	3 архетип (Т/Ж)	Ұйымдастырушылық икемділік, қосымша құндылық жасау.	Бизнес-әсерлерге және бүкіл компанияның жүйелі өзгерістеріне бағдарлану.	Ауқымды ұйымдастырушылық өзгерістерді басқару.
Калиновская	3 деңгей	Бес фактордың (технологиялық, экономикалық, әлеуметтік, құқықтық, психологиялық) сандық бағасы.	Қатаң математикалық аппарат, технологиялық емес факторларды ескеру.	Басқару құрылымы күрделі ТМД елдеріндегі ұйымдар.
DHRMI (Бекмагамбетова)	4 эволюция кезеңі	Аймақтық ерекшелік, мемлекеттік сервистермен интеграция, People Analytics.	Посткеңестік еңбек нарығының ерекшелігін ескеру, eHRMS-ке бейімделу.	Қазақстандық орта және ірі кәсіпорындар.

Ескертпе - [3; 4; 5; 7; 8; 12] ақпарат көзі негізінде автормен құрастырылған

Сапалы батыстық модельдердің шектеулерін қатаң экономика-математикалық аппарат арқылы еңсеруге болады. Посткеңестік кеңістік үшін мұндай аппаратты И. Н. Калиновская (2024) ұсынды, ол адами ресурстарды басқаруды цифрландыруды бағалаудың сандық әдістемесін әзірледі [8; 9]. Әдістеме бойынша HR-функциясының цифрлық жетілу деңгейі ($D_{УЧР}$) тәуелсіз бес фактор тобының интегралдық функциясы болып табылады [8;11].

Сурет 1. И. Н. Калиновская әдістемесі бойынша цифрлық жетілу деңгейіне әсер ететін ($D_{УЧР}$) тәуелсіз бес фактор тобы



Ескертпе - [8; 9; 10; 11] ақпарат көзі негізінде автормен құрастырылған

Әдістеменің басты жаңалығы - осы факторлардың өзара әсерін анықтау үшін интерпретациялық құрылымдық модельдеу мен бағытталған граф құру әдісін қолдану [8]. Сараптамалық реттеу негізінде Калиновская әрбір фактор тобы үшін салмақ коэффициенттерін есептеді [8]:

$$D_{учр} = 0{,}26F_1 + 0{,}22F_2 + 0{,}17F_3 + 0{,}18F_4 + 0{,}17F_5 \quad (Тең.\ 1)$$

F_1 – F_5 айнымалыларының алдындағы коэффициенттер әрбір топтың математикалық тұрғыда тексерілген салмағын білдіреді: технологиялық фактор - 0,26; экономикалық - 0,22; әлеуметтік - 0,17; құқықтық - 0,18; психологиялық - 0,17 [8]. Теңдеудің бос мүшесі нөлге тең: регрессия коэффициенттерінің қосындысы анықтама бойынша бірге тең [8].

Цифрландырудың одан әрі динамикасын болжау үшін әдістемеде марков кездейсоқ процестерінің аппараты қолданылады [8; 9]. Яғни трансформация стохастикалық сипатта, ол кездейсоқ факторларға - техникалық ақаулар, персоналдың қарсылығы, форс-мажорға байланысты [8]. Әрбір фактор тобы үшін жүйенің күйлер жиынтығы $S = \{s_1, s_2, s_3\}$ түрінде сипатталады, мұнда күйлер цифрландырудың төмен, орта және жоғары деңгейіне сәйкес келеді [8].

Жоғары жетілудің бағдары ретінде Калиновская Siemens компаниясының көрсеткіштерін алады - мүмкін болатын 5,0-ден 4,0 индексі, яғни 80% цифрландыру [8]. Осы түзетуді ескере отырып, әдістемеде мынадай аралық шектер белгіленген [8]:

Сурет 2. И. Н. Калиновская әдістемесі бойынша цифрландыру деңгейлері

HR цифрлық жетілуінің төмен деңгейі:	**Орта деңгей:**	**Жоғары деңгей:**
25%-дан төмен;	25%-дан 55%-ға дейін;	қамтудың 55%-нан астамы.

Ескертпе - [8] ақпарат көзі негізінде автормен құрастырылған

Осылайша, Калиновская әдістемесі HR-ды цифрландыруды бағалауды тек технологиялық белгі бойынша жүргізу қателік екенін дәлелдейді. Трансформацияның табысы стохастикалық сипатта болады және көбіне бағдарламаның жоқтығына емес, қызметкерлердің психологиялық қарсылығына, құқықтық базаның дайын еместігіне және оқытуға инвестициялардың жеткіліксіздігіне тіреледі. Демек, барлық бес фактор тобын таңдамалы емес, бірмезгілде басқару қажет.

Қазақстандағы HR-ды цифрландырудың өз ерекшелігі бар. Ол - мемлекеттің белсенді реттеуі мен бизнес-ортаның айрықша біртекті еместігінің үйлесімі. Ж. Б. Бекмагамбетова (2026) елдің тәуелсіздік алған кезінен бергі HR-жүйелерінің эволюциясының төрт кезеңге бөлуді ұсынады: кеңестік әкімшілік модельден заманауи цифрлық экожүйелерге дейін [12]. Жұмыстың ғылыми жаңалығы - арнайы посткеңестік экономикаларға бейімделген HR цифрлық жетілуінің мамандандырылған индексі (Digital HR Maturity Index, DHRMI) [12].

Нарықтың қазіргі жағдайын тексеру үшін 2026 жылы Doodocs, People Consulting және Digital Business компаниялары 44 орта және ірі кәсіпорынды қамтыған «HR цифрлық жетілу индексі – Қазақстан 2026» бірлескен зерттеуін жүргізді [13]. Нәтиже - мүмкін болатын 100 балдың небәрі 44,4 балын құраған нарықтың интегралдық индексі [13]. Бағалау әдістемесі төрт векторды қамтыды [13]:

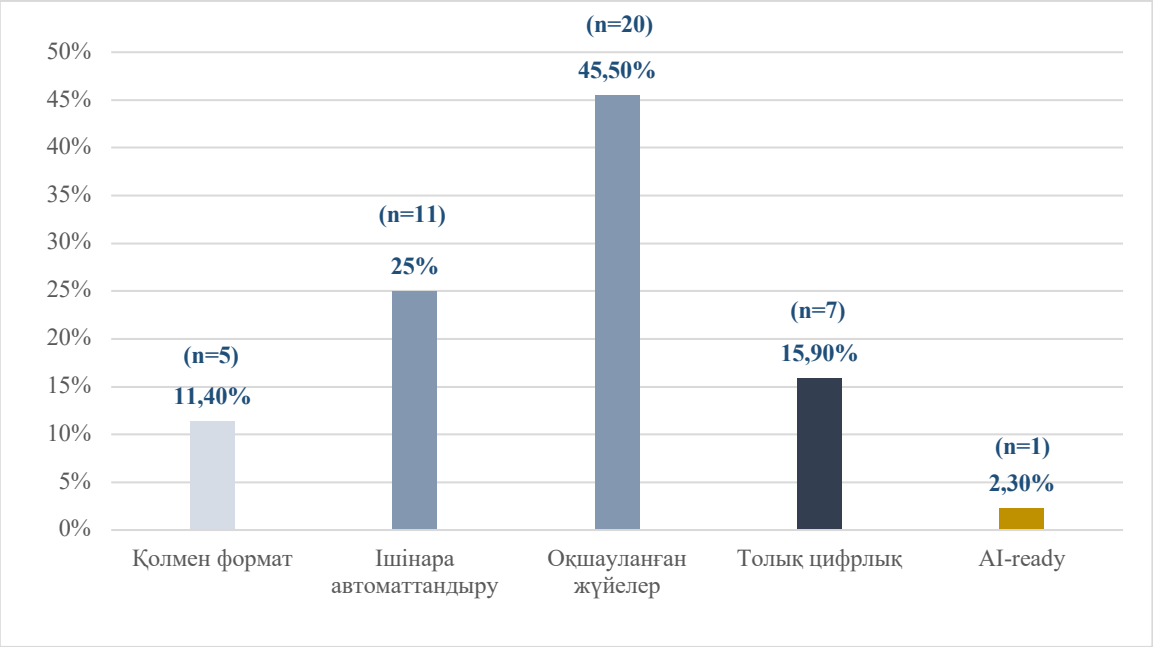
HR-әкімшілендіру (салмағы 30%): нарықтың орташа бағасы 42,8 балды құрады. Қағазсыз процестердің деңгейі, базалық кадрлық операцияларды автоматтандырудың жылдамдығы мен тереңдігі бағаланды [13].

Құралдар мен Архитектура (салмағы 25%): орташа баға - 42,2 балл. Жүйелердің байланыстылығы, мемлекеттік цифрлық сервистермен интеграция және дербес деректерді қорғау бағаланды [13].

Таланттармен жұмыс тәжірибесі (салмағы 25%): орташа баға - 45,0 балл. Қызметкер жолы (employee journey), цифрлық онбординг, іріктеу және оқыту процестерінің сапасы өлшенді [13].

Аналитика және Деректер (салмағы 20%): ең жоғары баға - 48,4 балл. Есептерді қалыптастыру жылдамдығы, деректер сапасы және олардың негізінде шешім қабылдау қабілеті (data-driven) талданды [13].

Сурет 3. Қазақстан ұйымдарының HR цифрлық жетілуі деңгейлері бойынша үлестірілуі (n=44 ұйым, 2026 жыл)



Ескертпе - [13] ақпарат көзі негізінде автормен құрастырылған

2026 жылғы зерттеудің басты жаңалығы - нарықтың жартысына жуығының, яғни 45,5% компанияның (20 ұйым), жетілудің үшінші деңгейінде - «Оқшауланған жүйелерде» қалып қойған [13]. Софт сатып алынған, енгізілген, жұмыс істейді - бірақ жүйелер бір-бірімен

байланыспаған [13]. Нәтижесінде кадр мамандары деректерді платформалар арасында қолмен көшіруге мәжбүр. Бұл жедел аналитиканың мүлдем жоқтығын көрсетеді [13].

Тіпті бұдан да алаңдатарлық алшақтық бар. Жұмыс берушілердің 96%-ы ЖИ-мамандарына сұраныстың күрт өсуін күтеді, бірақ жасанды интеллектті нақты енгізуге дайын (AI-ready - деректер, процестер және интеграциялар бойынша) болғаны 44 компанияның небәрі біреуі ғана, яғни үлгінің 2,3%-ы [13]. Ұйымдардың басым бөлігінде негіз жоқ: таза тарихи деректер, стандартталған процестер, біртұтас IT-ландшафт [13].

Бұл қазақстандық HR-Tech нарығы фрагменттелгенін көрсетеді. IT-шешімдер белсенді түрде енгізіліп жатқанымен, жүйелердің өзара толық және кешенді интеграциясы әлі де қалыптаспаған. Тағы бір алшақтық бар - бизнестің жасанды интеллектке қатысты үміттері мен оның нақты технологиялық дайындығы арасында: жұмыс берушілердің 82%-ында ЖИ-технологияларын енгізуге негіз жоқ, олар «толық цифрлық» деңгейге де жетпейді.

Мұның іс жүзінде қаншалықты маңызды екенін тағы бір зерттеу көрсетеді. Ж. Б. Бекмагамбетова (2026) 78 қазақстандық ұйымнан сауалнама алып, гипотезаны тексерді: People Analytics жетілуі бизнестің операциялық көрсеткіштерімен байланысы. Предиктивтік HR-аналитика деңгейі мен персоналды ұстап қалу арасында байланыс күшті әрі статистикалық маңызды болып шықты ($r = 0,67$; $p < 0,01$) [12].

Қазақстандық топ-менеджмент үшін бұл HR-Tech-ке инвестиция салудың салмақты дәлелі. Үлкен деректерге негізделген аналитика компанияны «жұмыстан босатуды тіркейміз» режимінен «тәуекелдерді болжаймыз» режиміне ауыстырады. ML-модельдер қызметкерлердің эмоционалдық сарқылуының жасырын заңдылықтары мен мінез-құлықтық маркерлерін ерте кезеңде табады - демек, уақтылы нақты ұстап қалу шараларын әзірлеуге мүмкіндік береді [12; 17].

Бірақ аналитиканың жетілуі салалар бойынша бірдей емес. Қазақстан Республикасы HR-менеджерлер қауымдастығы мен ҚР Президенті жанындағы Мемлекеттік басқару академиясының 70 тереңдетілген сұхбатқа негізделген ертерек зерттеуі бойынша, «Ақпарат және байланыс» пен «Қаржы және сақтандыру қызметі» алда келеді [14]. Аналитикалық құралдар өте әлсіз қолданылатын «Денсаулық сақтау және әлеуметтік қызметтер» саласы [14], бұл көшбасшылықтың сабақтастығына да, персоналдың дамуына да кедергі келтіреді [14].

Қызметкерлердің құндылықтары да өзгеруде. 2013 жылы жалақы оқыту мен ұжымдағы ахуалдан сөзсіз басым болды - сәйкесінше 56% және 69% [14]. 2020 жылға қарай жағдай өзгерді: қызметкерлердің жартысынан астамы (55–56%) оқыту мен инновациялық цифрлық мәдениетте жұмыс істеу үшін жалақының артпауымен келісуге дайын [14]. «Қызметкер тәжірибесі» (employee experience) заманауи цифрлық платформалар арқылы басқарылатын ұстап қалу драйвері ретінде салмағын арттыруда [14].

Нәтижесінде эмпирика HR цифрлық жетілуінің абстракция емес, компанияның тұрақтылығын өлшейтін нақты фактор екенін растайды. People Analytics дамуы кадрларды сақтаудың күшті предикторы болып табылады ($r = 0,67$). Бірақ Қазақстанда жетілу деңгейі біркелкі емес: қаржы мен байланыс денсаулық сақтаудан айтарлықтай алда, және бұл салалық алшақтық жалпыға бірдей емес, мақсатты шараларды талап етеді.

Қорытынды

Цифрлық жетілуді бағалау – бұл көпфакторлы міндет: тек технологиялық құрамдасты емес, экономиканы, құқықты, ұйымның әлеуметтік және психологиялық динамикасын да ескеру қажет. Классикалық батыстық модельдер (Deloitte, Bersin, McKinsey) жақсы стратегиялық бағдар береді, бірақ Қазақстанда тікелей жұмыс істемейді - оларды жамау-жасқаулы автоматтандырудың жергілікті шындығы мен ерекше институционалдық ортаға бейімдеу қажет [12].

Сандық әдістемелер - Ж. Б. Бекмагамбетованың DHRMI индексі мен И. Н. Калиновскаяның көпфакторлы моделі - дәл посткеңестік экономикаларға қажет болатын неғұрлым дәл математикалық аппаратты береді. 2026 жылғы өлшеу HR-дің орташа цифрлық жетілу деңгейін (100 балдан 44,4 балл) және озық жасанды интеллект технологияларына бару

жолындағы негізгі кедергіні - оқшауланған софттың басым болуын (нарықтың 45,5%-ы) және таза кадрлық деректердің сыни жетіспеушілігін - тіркеді. Бұл ретте People Analytics дамуы мен кадрларды ұстап қалу арасындағы дәлелденген корреляция ($r = 0,67$; $p < 0,01$) HR қызметінің цифрлық қабілеттеріне жүйелі инвестиция салудың салмақты дәлелі болып табылады.

Технологиялық оқшауландыру жою, eHRMS-пен интеграция, HR-аналитиктердің құзыретін дамыту және қызметкерлерге психологиялық қолдау көрсету - бұл шаралар бірге HR-ды Қазақстан Республикасының цифрлық экономика жағдайындағы адами капиталының тұрақты дамуына қызмет ететін стратегиялық активке айналдыра алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Collings D. G., McMackin J., Nyberg A. J., Wright P. M. Strategic human resource management and COVID-19: Emerging challenges and research opportunities // Journal of Management Studies. – 2021. – Vol. 58, № 5. – P. 1378–1382.
2. Джаксыбекова Г. Н. Институциональные барьеры цифровизации HR-функции в организациях Казахстана // Вестник КазНУ. Серия экономическая. – 2022. – № 6. – С. 45–56.
3. Deloitte. Global Human Capital Trends 2023: New Fundamentals for a Boundaryless World. – New York : Deloitte Insights, 2023. – 136 p.
4. Deloitte, Bersin & McKinsey HR Maturity Models Comparison [Электронный ресурс] // HRM Guide. – 2026. – Режим доступа: https://hrmguide.io/strategy/capability-maturity-models/deloitte-bersin-mckinsey-hr-maturity-models/ (дата обращения: 01.09.2026).
5. Bersin J. Yes, HR Really Does Make a Difference – HR Factbook Research Proves Business Value [Электронный ресурс] // Josh Bersin Blog. – 2011. – Режим доступа: https://joshbersin.com/2011/07/yes-hr-really-does-make-a-difference-hr-factbook-research-proves-business-value/ (дата обращения: 01.09.2026).
6. The Josh Bersin Company. Systemic HR Maturity Model and Operational Agility [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: https://joshbersin.com (дата обращения: 01.09.2026).
7. McKinsey & Company. The State of AI in 2023 with Implications for HR Functions. – Chicago : McKinsey Global Institute, 2023. – 72 p.
8. Калиновская И. Н. Оценка уровня цифровизации управления человеческими ресурсами организации // Цифровая трансформация. – 2024. – Т. 30, № 1. – С. 5–15.
9. Ванкевич Е. В., Калиновская И. Н. Технологии искусственного интеллекта в управлении человеческими ресурсами // Белорусский экономический журнал. – 2020. – Т. 91, № 2. – С. 38–51.
10. Vankevich A., Kalinouskaya I. Better Understanding of the Labour Market Using Big Data // Economics and Law. – 2021. – Vol. 20, № 3. – P. 677–692.
11. Калиновская И. Н. Влияние цифровизации экономики на управление человеческими ресурсами организации // Четвертая промышленная революция и инновационные технологии : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Гянджа : Азербайджанский технологический университет, 2023. – С. 127–129.
12. Бекмагамбетова Ж. Б., Спыхальски Б., Тусупова Л. А., Амангельдиева Н. С. Анализ трансформации систем управления персоналом в организациях Республики Казахстан: вызовы и возможности // Вестник университета «Туран». – 2026. – № 2. – С. 659–674.
13. Индекс цифровой зрелости HR – Казахстан 2026 [Электронный ресурс] / Doodocs, People Consulting, Digital Business. – 2026. – Режим доступа: https://hr-maturity-index.vercel.app/hr-survey/ru (дата обращения: 01.09.2026).
14. Изучение роли и статуса современного HR в казахстанских организациях частного, квазигосударственного и государственного секторов [Электронный ресурс] / Ассоциация HR-менеджеров Республики Казахстан, Академия государственного управления при

Президенте РК. – 2020. – Режим доступа: https://hrbp.kz/research (дата обращения: 01.09.2026).
15. Astana Civil Service Hub (ACSH). Цифровая трансформация государственной службы Казахстана : доклад. – Астана : ACSH, 2023. – 67 с.
16. Камилова А. С. Внедрение современных технологических решений в процесс управления персоналом в российских компаниях: направления, эффекты и барьеры // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2026. – № 4. – С. 39–56.
17. Rao M., Chandhok A. People Analytics and Ethics: An Emerging Paradigm // Journal of Business Ethics. – 2023. – Vol. 185. – P. 601–618.
18. Boxall P., Purcell J. Strategy and Human Resource Management. – 5th ed. – London : Macmillan, 2022. – 368 p.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089540

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ДИАГНОСТИКЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ БЕДНОСТИ: ИНЖЕНЕРНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РАЗРЫВОВ КЕНИИ

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

THUKU HARRISON
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *Расширение возможностей искусственного интеллекта создаёт новые инструменты анализа регионального развития, однако одновременно формирует риск технологического упрощения сложных социально-экономических процессов. Алгоритм способен выявлять нелинейные зависимости, взаимодействия факторов, пространственные аномалии и вероятные траектории изменения бедности, но не определяет самостоятельно экономический смысл исследуемых показателей и не устанавливает причинность только на основании высокой точности прогноза. Поэтому применение ИИ в региональном управлении требует предварительного проектирования предметной модели, внутри которой алгоритм получает строго определённую функцию.*

В статье разработана инженерная модель применения искусственного интеллекта для диагностики региональной бедности на уровне 47 округов Кении. В отличие от подхода, при котором алгоритм непосредственно прогнозирует показатель бедности на основании большого набора статистических переменных, предлагается многоуровневая архитектура. Она объединяет разработанные показатели ресурсного потенциала, инфраструктурной связанности, человеческого капитала, институциональной способности, качества занятости и социально-экономического результата. ИИ используется для выявления разрывов между этими уровнями, определения их устойчивых сочетаний и обнаружения территорий, результаты которых существенно отличаются от ожидаемых при сопоставимых исходных условиях. Предлагается диагностический контур: данные → структурирование → экономическая модель → базовый прогноз → выявление отклонения → объяснение факторов → проверка устойчивости → экспертная интерпретация → управленческое решение → последующее измерение результата.

Принципиально разделяются прогнозирование, объяснение, причинный вывод и принятие решения. Высокая прогнозная точность не рассматривается как доказательство причинного воздействия признака на бедность. Для проверки качества предлагается сопоставлять традиционные эконометрические модели с методами машинного обучения, используя показатели MAE, RMSE и R^2, а также проверку устойчивости результатов на временных и пространственных выборках.

Особое внимание уделено объяснимости и защите прав человека. Законодательство Кении уже устанавливает ограничения в отношении решений, основанных исключительно на автоматизированной обработке персональных данных. Статья 35 Data Protection Act закрепляет право человека не подвергаться исключительно автоматизированному решению, создающему юридические или иные существенные последствия, а действующие правила

требуют предоставления информации о логике обработки, предотвращения ошибок, снижения дискриминационных эффектов и возможности человеческого вмешательства.

Исследование соответствует институциональному направлению Kenya AI Strategy 2025–2030, официально запущенной 27 марта 2025 г. Стратегия построена вокруг трёх основных направлений: цифровой инфраструктуры ИИ, управления данными и ИИ, а также исследований, инноваций и коммерциализации. В 2026 г. Office of the Data Protection Commissioner дополнительно подготовил проекты рекомендаций по ИИ, новым технологиям и защите персональных данных, что показывает продолжающееся формирование национальной системы регулирования.

Научная новизна статьи состоит в переходе от ИИ как инструмента прямого прогнозирования бедности к ИИ как диагностическому механизму поиска слабого узла территориальной системы. Предлагаемая модель создаёт основу для последующего построения и проверки прогнозных моделей на пространственно-временной панели 47 округов Кении.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, Кения, региональная бедность, машинное обучение, диагностическое управление, ресурсный потенциал, региональное развитие, объяснимый ИИ, территориальные различия, прогнозирование бедности, инженерия регионального управления, 47 округов Кении.*

Искусственный интеллект постепенно входит в сферу государственного управления не только как средство автоматизации административных операций, но и как инструмент анализа сложных массивов данных. Особенно привлекательной выглядит возможность использовать алгоритмы для выявления территорий с высоким риском бедности, определения факторов социально-экономической уязвимости и выбора приоритетных направлений государственной поддержки. Однако именно здесь возникает принципиальная методологическая проблема. Алгоритм способен найти статистическую закономерность. Но статистическая закономерность ещё не является объяснением. Предположим, модель обнаруживает, что расстояние до крупного города является одним из наиболее сильных признаков, связанных с бедностью.

Из этого нельзя автоматически заключить: «если построить дорогу, бедность снизится на определённую величину». Расстояние может одновременно отражать: слабую инфраструктуру; ограниченный рынок труда; низкую плотность бизнеса; историческое недоинвестирование; особенности климата; ограниченный доступ к образованию и здравоохранению. Алгоритм обнаруживает сложившуюся статистическую конфигурацию. Причинный механизм требует отдельного исследования. Следовательно: прогноз ≠ объяснение; объяснение ≠ причинность; причинность ≠ автоматически правильное управленческое решение. Это разделение является исходным методологическим принципом статьи.

Для Кении применение ИИ в государственном и региональном управлении получает уже не только исследовательское, но и стратегическое основание. [1,2]

27 марта 2025 г. правительство официально запустило Kenya AI Strategy 2025–2030. Министерство информации, коммуникаций и цифровой экономики определяет три её основных направления: цифровую инфраструктуру ИИ, управление данными и ИИ, а также исследования, инновации и коммерциализацию. Стратегия связывается с более широкой программой цифровой трансформации страны. [1,2]

Дополнительное значение имеет проведённая при поддержке UNESCO оценка готовности Кении к ответственному использованию ИИ. В рамках оценки анализировались правовые, социально-культурные, экономические, научно-образовательные и технологические условия. Среди центральных вопросов отдельно рассматривались инклюзивность, цифровая инфраструктура, подготовка специалистов, защита прав и способность государства формировать собственную систему ответственного применения ИИ.

Следовательно, задача заключается уже не в доказательстве того, что Кении «нужен ИИ». Значительно важнее определить: для какой управленческой функции он действительно полезен? В исследовании такой функцией предлагается считать региональную диагностику. Были последовательно разработаны: ИРП — индекс ресурсного потенциала; КИС — коэффициент инфраструктурной связанности; ЭДРП — экономически доступный ресурсный потенциал; КСК — коэффициент соответствия компетенций; ПДРП — продуктивно доступный ресурсный потенциал; ИКТИ — индекс качества трудового включения; УРСР — условный ресурсно-социальный разрыв; G_1–G_3 — каскад трансформационных разрывов. Теперь возникает возможность использовать ИИ не для анализа случайно собранных показателей, а для исследования структурированной экономической системы. [3,4,20]

Цель статьи — разработать инженерную модель применения искусственного интеллекта для диагностики территориальных факторов бедности и ресурсно-социальных разрывов в регионах Кении [12].

Для достижения цели решаются следующие задачи: определить место ИИ в системе регионального диагностического управления; разграничить прогнозирование, объяснение и причинный анализ; разработать архитектуру данных для интеллектуальной диагностики 47 округов; определить последовательность построения и проверки моделей; сформировать требования к объяснимости, устойчивости и защите от систематических ошибок; разработать механизм включения результатов ИИ в процесс принятия решений. [13]

Рабочая гипотеза состоит в следующем: ИИ способен повысить качество региональной диагностики бедности прежде всего тогда, когда используется не вместо экономической модели, а для выявления нелинейных взаимодействий, скрытых территориальных конфигураций и устойчивых отклонений внутри заранее спроектированного ресурсно-трансформационного контура [12].

Наиболее очевидная задача машинного обучения выглядит просто. Берётся набор признаков: доход; образование; занятость; дороги; электроэнергия; население; климат; расстояние до города; структура экономики; и строится модель: $Poverty_i = f(X_1, X_2, ..., X)$. Если модель достаточно точно предсказывает бедность, задача на первый взгляд решена. Однако для государственного управления этого недостаточно. Представим две модели. Первая прогнозирует уровень бедности с ошибкой 8 процентных пунктов и достаточно понятно показывает основные взаимосвязи. Вторая уменьшает ошибку до 6 процентных пунктов, но использует сложную комбинацию нескольких десятков переменных, экономическая интерпретация которой крайне затруднена. Какая модель лучше? Для коммерческого прогноза, возможно, вторая. Для региональной политики ответ уже не очевиден. Руководителю необходимо не только узнать: «бедность останется высокой». Ему необходимо понять: почему система не преобразует доступные возможности в другой результат. Следовательно, целевая функция государственного ИИ отличается от задачи обычного прогнозирования. Предлагается разделить четыре уровня [13,18,19].

Таблица 1- Четырехуровневое разделение бедности

Уровень	Основной вопрос	Результат
Описание	Что происходит?	статистическая картина
Прогноз	Что вероятно произойдёт?	ожидаемое значение
Диагностика	Где находится отклонение?	слабый узел
Причинный анализ	Что изменит результат при вмешательстве?	основание для решения

ИИ особенно силён на втором и третьем уровнях. Он способен анализировать большое число взаимодействий и обнаруживать комбинации признаков, которые трудно задать вручную. Но четвёртый уровень требует иной методологии. Например, алгоритм может установить, что наиболее низкая бедность наблюдается в округах с высокой цифровой

связанностью. Однако увеличение цифровой связанности может быть одновременно: причиной экономического развития; следствием более высоких доходов; результатом урбанизации; характеристикой более развитой инфраструктурной среды.

Таблица 2 – Матрица уровней интеллектуальной диагностики региональной бедности

Уровень	Объект анализа	Роль ИИ	Научный результат	Ограничение
Описание	Фактическое состояние округа	Систематизация и кластеризация	Типология территорий	Не объясняет будущую динамику
Прогноз	Будущее значение бедности/благосостояния	Нелинейное прогнозирование	Оценка вероятной траектории	Точность не доказывает причинность
Диагностика	Отклонение от ожидаемого результата	Поиск аномалий и слабых узлов	Локализация G_1–G_3/УРСР	Требует проверки устойчивости
Причинный анализ	Механизм изменения результата	Формирование проверяемой гипотезы	Основание для оценки вмешательства	Нужен отдельный causal-дизайн

Таблица2 переводит исходное четырёхуровневое разделение в проверяемую исследовательскую конструкцию. ИИ не получает причинной функции автоматически: его научный продукт на диагностическом уровне — локализованный сигнал, который далее должен быть подтверждён эконометрически или квазиэкспериментально [18,19].

Следовательно, высокая важность признака ещё не даёт основания утверждать, что вложение определённой суммы в цифровую сеть даст прогнозируемое снижение бедности. Это особенно важно для регионов Кении, где исторические, климатические и пространственные различия весьма значительны. Всемирный банк характеризует территориальную бедность Кении как результат взаимодействия множества факторов и фиксирует устойчивые пространственные различия, особенно для северных и северо-восточных территорий. Поэтому ИИ должен начинать не с вопроса: «что сильнее всего предсказывает бедность?» а с другого: «какой участок заранее заданного механизма демонстрирует результат, не соответствующий ожидаемому?» Для этого используется уже разработанная цепь: ИРП → КИС → ЭДРП → КСК → ПДРП → экономический результат → занятость → ИКТИ → благосостояние. ИИ анализирует не одну конечную связь. Он проверяет каждый переход. Например: модель 1: прогнозирует экономический результат по ПДРП; модель 2: прогнозирует занятость по структуре экономики; модель 3: прогнозирует качество трудового включения; модель 4: прогнозирует благосостояние домохозяйств. Тогда ошибка перестаёт быть просто ошибкой модели. Она превращается в диагностический сигнал. Если фактический экономический результат округа значительно ниже прогнозируемого на основании его доступного ресурса, возникает возможный G_1. Если производство соответствует ожиданию, но занятость ниже — исследуется G_2. Если занятость существует, но благосостояние оказывается хуже ожидаемого — анализируется G_3. Так искусственный интеллект получает конкретную инженерную функцию: не заменить экономическое объяснение, а показать, где объяснение необходимо искать. [12]

модель 1 – Каскадная архитектура интеллектуальной диагностики:

ИРП → КИС → ЭДРП → КСК → ПДРП → ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РЕЗУЛЬТАТ → ЗАНЯТОСТЬ → ИКТИ → БЛАГОСОСТОЯНИЕ
↓ g_1 ↓ g_2 ↓ g_3

В этой архитектуре ошибка на каждом переходе интерпретируется не как технический дефект модели, а как потенциальный территориальный разрыв. Это делает объектом исследования не только конечную бедность, но и механизм преобразования регионального потенциала в социальный результат.

Качество ИИ-модели определяется не количеством алгоритмов. Оно начинается с архитектуры данных. Это особенно важно для Кении, поскольку показатели по округам публикуются с различной периодичностью. Последняя полностью сопоставимая официальная оценка бедности по 47 округам относится к 2022 г., тогда как данные Gross County Product уже охватывают 2024 г. Рынок труда в 2026 г. дополнительно исследуется через Kenya Integrated Labour Force Survey, предназначенный для получения актуальной информации о занятости, недоиспользовании труда, неформальной и цифровой занятости. Следовательно, создание одной строки: «округ — текущие показатели» может незаметно соединить данные разных лет. Для ИИ это особенно опасно. Алгоритм не понимает, что показатель бедности относится к 2022 г., если исследователь не сообщил ему эту информацию. Поэтому базовая структура должна быть: округ × год × показатель × источник × методика × качество. Обозначим наблюдение: [8,9,11] $D_i = \{V; S; M; Q\}$, где: V — значение; S — источник; M — методика; Q — качество или неопределённость оценки. Для пространственных показателей добавляется географическая координата. Получается несколько слоёв. Ресурсный слой. Включает: ИРП; структуру ресурсных доменов; ресурсную концентрацию; ресурсные конфликты. Инфраструктурный слой. Включает: КИС; время доступа; энергетическую связанность; цифровую доступность; водную инфраструктуру; выход к рынку. Человеческий слой. Включает: образование; профессиональные компетенции; КСК; здоровье; демографию. Экономический слой. Включает: GCP; GCP на душу населения; структуру валовой добавленной стоимости; производительность; инвестиционную активность. Трудовой слой. Включает: занятость; неформальность; недоиспользование труда; ИКТИ; доход. Институциональный слой. Включает: IPC; исполнение бюджета развития; собственные доходы; состояние управленческого контура. Социальный слой. Включает: бедность; глубину бедности; продовольственную бедность; потребление; доступ к базовым услугам. Схематично: $X_i = \{R; I; H; E; L; G; W\}$. Такой массив значительно сложнее обычной таблицы. Но именно он отражает экономическую систему. Проблема числа наблюдений. Если использовать только один год: N = 47. Для сложного машинного обучения это очень небольшая выборка. Модель с десятками переменных и 47 наблюдениями практически неизбежно получает высокий риск переобучения. Она способна хорошо объяснить уже увиденные округа и крайне нестабильно работать на новых данных. Поэтому предпочтительна панель. Например: 47 округов × 8 лет = 376 потенциальных наблюдений до учёта пропусков. При десяти годах: 47 × 10 = 470. Это всё ещё сравнительно небольшой массив для очень сложных моделей, но уже принципиально более содержательная основа. Особенно важен правильный способ проверки. Случайное перемешивание всех строк и разделение их на обучающую и проверочную выборки способно создать скрытую утечку информации. Например, Nairobi 2021 попадёт в обучение, а Nairobi 2022 — в проверку. Модель фактически уже знает территорию. Поэтому необходимо использовать более строгие схемы: временное разделение — обучение на ранних годах, проверка на поздних; территориальное исключение — обучение без части округов и проверка на них; пространственная перекрёстная проверка — разделение связанных территорий между группами. Только в таком случае качество модели будет отражать её способность обобщать закономерность, а не запоминать конкретные округа [8,9,12].

Таблица 3 – Исследовательский паспорт данных county-year

Элемент паспорта	Содержание	Риск присутствия	Контроль качества
Территория	Код и название округа	Смешение пространственных единиц	Единый county-ID
Период состояния	Год, к которому относится показатель	Временная несопоставимость	Year-state
Дата доступности	Когда показатель реально стал известен	Утечка будущей информации	Availability date
Источник	KNBS, World Bank, ведомственная статистика и др.	Неясная воспроизводимость	Source-ID
Методика	Определение и способ расчёта	Ложная динамика из-за смены методики	Method-version
Качество Q	SE, CI, полнота, статус пропуска	Ложная точность	Data-quality flag

Такая структура усиливает статью именно как исследование: качество модели становится функцией не только алгоритма, но и качества временно согласованной информационной базы. Принцип «неизвестно ≠ нулю» должен фиксироваться отдельным статусом пропуска, а не технической заменой значения.

Одна из наиболее распространённых ошибок при применении ИИ заключается в том, что исследователь сразу выбирает сложный алгоритм. Для научного исследования правильнее двигаться в противоположном направлении.

Сначала строится базовая модель. Например: $P_i = \alpha + \beta_1 ИРП_i + \beta_2 КИС_i + \beta_3 КСК_i + \beta_4 IPC_i + \gamma X_i + \varepsilon_i$. Она не обязана давать лучший прогноз. Её задача — создать понятную точку сравнения. Затем применяются более гибкие методы: дерево решений; случайный лес; градиентное усиление; регуляризованные модели; при достаточном объёме данных — другие методы машинного обучения. Сложная модель считается полезной только тогда, когда она демонстрирует устойчивое улучшение, а не просто более высокий результат внутри обучающей выборки. Качество можно оценивать через: [15,16,18,19]

$MAE = (1/n)\Sigma|y_i - \hat{y}_i|$; $RMSE = \sqrt{[(1/n)\Sigma(y_i - \hat{y}_i)^2]}$; $R^2 = 1 - \Sigma(y_i - \hat{y}_i)^2 / \Sigma(y_i - \bar{y})^2$. MAE удобен тем, что показывает среднюю абсолютную ошибку в понятных единицах. RMSE сильнее наказывает крупные ошибки. R^2 показывает долю объяснённой вариации, но не должен использоваться отдельно. Например, модель способна иметь высокий R^2 и при этом систематически ошибаться именно на наиболее бедных округах. Для государственной политики это критическая проблема. Поэтому дополнительно необходимо анализировать ошибку по группам: северные и южные территории; городские и сельские; высокая и низкая бедность; различные типы округов. Ошибка модели как диагностический объект. Пусть: $e_i = y_i - \hat{y}_i$. Обычно ошибка рассматривается как то, что модель должна минимизировать. В предлагаемом подходе крупная устойчивая ошибка может сама стать предметом анализа. Если модель на протяжении нескольких периодов прогнозирует для округа более высокий уровень благосостояния, чем наблюдается фактически: $e_i<0$ при соответствующей ориентации показателя, возникает вопрос: какой неучтённый механизм систематически ухудшает результат? Так остаток модели превращается в инструмент обнаружения территориальной аномалии. Этот принцип фактически продолжает разработанный УРСР. Объяснимость. Но обнаружить аномалию недостаточно. Нужно понять, почему алгоритм считает её аномальной. Здесь используются методы объяснимого ИИ. Одним из возможных инструментов является SHAP. Для конкретного округа модель может условно показать: базовый прогноз бедности — 38%; низкая инфраструктурная связанность: +7 п.п.; низкий ИКТИ: +5 п.п.; высокий ИРП: –3

п.п.; высокая климатическая уязвимость: +4 п.п.; итоговый прогноз — 51%. Это не причинное разложение. Это разложение логики прогноза модели. Различие принципиально. Значение SHAP не означает: «инфраструктура вызвала семь процентных пунктов бедности». Оно означает: «в рамках данной модели этот признак изменил прогноз на соответствующую величину относительно базового значения». Именно такую терминологическую дисциплину необходимо сохранять. Локальное и глобальное объяснение. Глобальный анализ отвечает: какие признаки обычно важны для модели?. Локальный: почему получен конкретный прогноз для Turkana, Mandera или Nairobi? Для регионального управления локальное объяснение особенно ценно. Два округа могут иметь одинаковый прогноз бедности, но совершенно различный набор факторов. Следовательно, единый прогноз не означает единой политики[12,13,14].

Таблица 4 – Интерпретация устойчивого остатка как диагностического сигнала

Ситуация	Наблюдаемый сигнал	Вероятный узел	Следующий исследовательский вопрос
Ресурс высокий, выпуск ниже ожидания	Устойчивое отрицательное отклонение экономического результата	G_1	Что ограничивает преобразование доступного потенциала в производство?
Выпуск соответствует потенциалу, занятость ниже ожидания	Разрыв между экономической активностью и трудовым включением	G_2	Какие компетенции, связи или формы занятости отсутствуют?
Занятость достаточна, благосостояние ниже ожидания	Социальный результат хуже прогнозного	G_3	Достаточны ли доход, качество и формальность занятости?
Отклонение нестабильно во времени	Сигнал появляется эпизодически	Шок/ошибка данных	Является ли отклонение структурным или временным?

Таблица задаёт исследовательский переход «остаток → тип разрыва → вопрос для проверки». Тем самым остаток e_i перестаёт быть только мерой неточности и становится механизмом формирования гипотезы, но не её доказательством.

Наиболее опасная ошибка ИИ возникает не тогда, когда алгоритм технически работает плохо. Значительно опаснее ситуация, когда он работает математически хорошо на неправильно сформированной реальности. Ошибка информационного покрытия. Предположим, один округ имеет качественные геологические и инфраструктурные данные. По другому округу информация значительно хуже. Алгоритм может интерпретировать отсутствие зарегистрированных ресурсов как низкий ресурсный потенциал. Но: нет данных ≠ нет ресурса. Этот принцип уже был введён в ресурсной модели и становится ещё важнее при машинном обучении. Если отсутствующее значение заменить нулём, ИИ быстро научится систематически занижать потенциал плохо исследованных территорий. Это будет не объективность. Это будет автоматизация информационного неравенства. Историческое неравенство в данных. Алгоритм обучается на прошлом. Но прошлое включает уже существующие неравенства. Если территория десятилетиями получала меньше инвестиций, модель может научиться, что низкий инвестиционный уровень для неё является «нормальным». Если затем использовать прогноз как основание для нового финансирования,

возникает замкнутый цикл: историческое недоинвестирование → низкий результат → низкий прогноз потенциала → новое недоинвестирование. Так статистическая закономерность превращается в механизм воспроизводства прошлого. Поэтому алгоритм не должен самостоятельно определять распределение государственных ресурсов. Он может давать диагностику. Решение требует нормативной и политической оценки. Правовая граница. Кения уже имеет важные правовые ограничения автоматизированного принятия решений. [13,18,19]

Статья 35 Data Protection Act предоставляет человеку право не быть объектом решения, основанного исключительно на автоматизированной обработке, включая профилирование, если такое решение создаёт юридические или иные существенные последствия. Закон предусматривает ряд исключений, но также возможность потребовать пересмотра решения или принятия нового решения не только автоматизированным способом. [5]

Data Protection (General) Regulations дополнительно требуют информировать человека об автоматизированной обработке, предоставлять содержательную информацию о логике, обеспечивать справедливость и прозрачность, предотвращать ошибки, использовать надлежащие математические и статистические методы, снижать дискриминационные эффекты и обеспечивать возможность человеческого вмешательства. Это особенно важно для потенциальных систем социальной поддержки. ИИ может использоваться для: выявления территории риска; прогнозирования нагрузки; оценки потребности; поиска аномалий. Но автоматическое индивидуальное решение: «этому человеку помощь не предоставлять, потому что алгоритм присвоил низкий риск» создаёт уже совершенно другой уровень правовых и этических последствий. Различие территориальной и индивидуальной диагностики. Предлагаемая система поэтому должна работать преимущественно на уровне: округ → территориальный профиль → диагностический риск. А не: человек → автоматический социальный статус. [6]

Агрегированная территориальная модель также требует защиты данных, но риск непосредственного воздействия на права конкретного человека значительно ниже. Это соответствует самой цели исследования. Мы не определяем, кто является бедным. Это уже делает официальная статистическая методология. Мы исследуем: почему территориальная система создаёт такой результат. Изменение экономики во времени. Ещё одно ограничение — изменение закономерностей. Модель, обученная на данных 2015–2022 гг., может хуже работать после: крупной инфраструктурной реформы; климатического шока; новой технологии; изменения налоговой политики; пандемии; резкой урбанизации. Следовательно, ИИ-модель нельзя считать однажды созданным объектом. Она должна иметь жизненный цикл: обучение → проверка → применение → контроль ошибки → обновление. Если ошибка систематически растёт, модель должна быть пересмотрена.

Если ИИ не должен самостоятельно принимать решение и не устанавливает причинность, возникает закономерный вопрос: какая его функция остаётся в реальном управлении? Ответ — сокращение информационной неопределённости перед решением. Предлагается следующий контур. 1. Сбор данных. Формируется county-year база. 2. Проверка качества. Выявляются пропуски, несопоставимость периодов и методологические изменения. 3. Расчёт структурных индексов. ИРП, КИС, КСК, IPC, ИКТИ и другие показатели. 4. Базовое эконометрическое моделирование. Устанавливаются основные интерпретируемые связи. 5. Применение ИИ. Проверяются нелинейности, взаимодействия и скрытые конфигурации. 6. Поиск аномалий. Выявляются округа, отклоняющиеся от ожидаемого результата. 7. Объяснение модели. Определяется набор признаков, сформировавших прогноз. 8. Экономическая диагностика. Проверяется, как модельный сигнал соотносится с G_1–G_3 и другими разрывами. 9. Причинная проверка. При возможности используются специальные эконометрические методы, естественные эксперименты или оценка результатов конкретных программ. 10. Управленческое решение. Решение принимает ответственная институциональная система. 11. Контроль результата[13,20]. После реализации воздействия оценивается фактическое изменение. 12. Обновление модели. Новые данные возвращаются в

систему. Полный цикл: данные → диагноз → прогноз → объяснение → проверка → решение → результат → новые данные. Это и есть инженерная конструкция интеллектуального регионального управления. ИИ находится внутри цикла. Он не находится над ним. Коэффициент доверия к диагностическому сигналу. Для практического использования одного прогноза недостаточно. Предлагается формировать: $КДС_i = f(U_i, DQ_i, MS_i, TS_i)$, где: КДС — коэффициент доверия к диагностическому сигналу; U — устойчивость прогноза между моделями; DQ — качество исходных данных; MS — устойчивость к изменению спецификации; TS — устойчивость во времени. Например, алгоритм показывает выраженный G_1. Но: качество ресурсных данных низкое; разные модели дают противоположный результат; аномалия наблюдается только один год. В таком случае КДС должен быть низким. Управленческая система не должна воспринимать такой сигнал как доказанный диагноз. И наоборот. Если несколько моделей, разные способы нормирования и несколько периодов показывают одно и то же отклонение, основание для более глубокого анализа становится сильнее.

Таким образом: сила сигнала ≠ уверенность в сигнале. Это ещё одно важное инженерное разделение. ИИ как инструмент постановки следующего вопроса. Наиболее продуктивная роль ИИ может оказаться неожиданно скромной. Не дать готовый ответ. А правильно определить, какой вопрос следует исследовать следующим. Например: «При сопоставимом ИРП и КИС этот округ создаёт значительно меньший экономический результат, чем аналогичные территории». Следующий вопрос: почему? Или: «Производство соответствует потенциалу, но локальное трудовое включение ниже ожидаемого». Следующий вопрос: какие компетенции или производственные связи отсутствуют? Или: «Занятость высока, но бедность превышает прогноз». Следующий вопрос: достаточен ли доход и какова структура неформальной занятости? В этом смысле качественный ИИ не завершает исследование. Он сокращает пространство поиска. Именно эта функция представляется наиболее реалистичной для регионального управления.

.

Таблица 5 – Авторская шкала доверия к диагностическому сигналу (КДС)

КДС	Статус сигнала	Тип интерпретации	Допустимое управленческое использование
0,80–1,00	Высокая устойчивость	Сильная диагностическая гипотеза	Приоритетная причинная проверка и проектирование вмешательства
0,60–0,79	Средняя устойчивость	Рабочая гипотеза	Дополнительная проверка данных и спецификаций
0,40–0,59	Низкая устойчивость	Предварительный сигнал	Наблюдение и сбор дополнительных данных
< 0,40	Недостаточная устойчивость	Диагноз не подтверждён	Не использовать как основание для распределения ресурсов

Границы шкалы являются авторскими исследовательскими порогами, а не нормативными стандартами. Их задача — сделать понятие «доверия к сигналу» операциональным. КДС целесообразно рассчитывать после нормирования U, DQ, MS и TS и обязательно сопровождать раскрытием его компонентов.

Искусственный интеллект предоставляет региональной экономике значительно более широкие аналитические возможности, чем традиционная обработка агрегированной статистики. Он способен одновременно учитывать большое число признаков, выявлять нелинейные взаимодействия, распознавать скрытые группы территорий и фиксировать

отклонения, которые трудно обнаружить при последовательном рассмотрении отдельных показателей. Однако сами эти способности не превращают ИИ в инструмент автоматического решения проблемы бедности. Главный вывод настоящего исследования заключается в обратном: чем сложнее алгоритм, тем важнее предварительно определить экономическую архитектуру задачи. Если исследователь не различает ресурс, инфраструктуру, человеческий капитал, занятость и социальный результат, искусственный интеллект не исправит эту методологическую ошибку. Он лишь обработает её быстрее. Именно поэтому в предлагаемой модели ИИ появляется только после построения ресурсно-трансформационного контура. К моменту его применения уже определено: что является исходным ресурсом; какая часть ресурса инфраструктурно доступна; какие компетенции необходимы для его освоения; насколько экономика создаёт рабочие места; каково качество трудового включения; какой социальный результат фактически достигается. ИИ получает не неструктурированный набор чисел, а архитектуру экономического процесса. Это принципиальное отличие. В такой системе модель должна не просто отвечать: «какой уровень бедности ожидается в округе?». Она должна последовательно проверять: соответствует ли производство ресурсным возможностям; соответствует ли занятость экономической активности; соответствует ли благосостояние качеству трудового включения; какой участок демонстрирует наиболее устойчивое отклонение. Так возникает переход от прогнозирования бедности к интеллектуальной диагностике механизма бедности. Важным методологическим результатом является разделение четырёх уровней: описание; прогноз; диагностика; причинный анализ. Современные методы машинного обучения способны значительно улучшать первые три задачи. Четвёртая требует дополнительных методов и исследовательского дизайна. Даже идеально предсказанный показатель не отвечает на вопрос, что произойдёт после управленческого вмешательства. Если модель показывает сильную связь дорог и бедности, это ещё не означает, что строительство дороги автоматически создаст нужный социальный эффект. Необходима цепь: дорога → снижение издержек → изменение инвестиционной активности → производство → занятость → доход → благосостояние. Каждый переход может иметь собственное ограничение. Поэтому объяснимость ИИ также необходимо интерпретировать осторожно. SHAP и другие методы способны показать, какие переменные сформировали прогноз алгоритма. Но они не превращают статистическую модель в причинную [13,14,17,18,19]. Фраза: «данный фактор увеличил прогноз модели». не тождественна утверждению: «данный фактор вызвал соответствующее увеличение бедности». Для научной работы такое различие должно быть жёстким. Особое значение приобретает объём выборки. 47 округов в одном временном срезе недостаточны для некритичного применения сложных алгоритмов. Попытка использовать десятки признаков при 47 наблюдениях почти неизбежно создаёт риск переобучения. Поэтому приоритетной архитектурой должна стать пространственно-временная панель. Например: 47 округов × 8 лет = до 376 наблюдений. Даже такая выборка не снимает все ограничения, но уже позволяет анализировать не только пространственные различия, но и изменение отдельных округов во времени. Это принципиально важнее. Сравнение Nairobi и Turkana показывает различие между двумя очень разными территориальными системами. Наблюдение Turkana в нескольких периодах позволяет поставить другой вопрос: что изменилось внутри одной системы и изменился ли вслед за этим социальный результат? Именно динамика создаёт более сильную основу для диагностики. Не менее важным ограничением является качество данных. ИИ не способен самостоятельно определить, означает ли отсутствие зарегистрированного минерального ресурса реальное отсутствие ресурса или недостаточную геологическую изученность. Если исследователь кодирует оба состояния нулём, алгоритм воспринимает их как одинаковые. Поэтому разработанный ранее принцип: «неизвестно не равно нулю» становится одним из фундаментальных требований к интеллектуальной системе. Аналогичная проблема возникает при временной несопоставимости. Бедность 2022 г. нельзя без пояснения соединить с GCP 2024 г. и назвать полученный массив характеристикой 2024 г. Алгоритм не

исправляет временную ошибку автоматически. Следовательно, каждая переменная должна иметь паспорт: территория → год → источник → методика → качество. Это и есть инженерия данных, без которой инженерия ИИ невозможна. Значительный блок рисков связан с исторической предвзятостью. Алгоритм обучается на фактически сложившемся развитии. Но прошлое Кении включает пространственное неравенство, различия инфраструктурных инвестиций, доступности государственных услуг и экономических возможностей. Всемирный банк также фиксирует устойчивые территориальные различия бедности и исторического доступа к возможностям. Если прошлое использовать как безусловный эталон будущего, модель способна не устранить, а закрепить существующее неравенство. Территория, традиционно получавшая меньше инвестиций, может быть признана алгоритмом территорией с «естественно низким потенциалом» [7-9,10,12].

После этого она снова получает меньше поддержки. Возникает самоподдерживающийся цикл. Именно поэтому ИИ не должен самостоятельно распределять государственные ресурсы. Он должен показывать: факт; отклонение; неопределённость; вероятное объяснение. Решение требует человеческой и институциональной ответственности. Такое разграничение соответствует и развивающейся нормативной системе Кении. Kenya AI Strategy 2025–2030 закрепляет развитие цифровой инфраструктуры, управления данными и ИИ, исследований и инноваций как основные направления национальной политики[1,2,20].

Одновременно Data Protection Act и действующие правила уже ограничивают исключительно автоматизированные индивидуальные решения и устанавливают требования прозрачности, предотвращения ошибок, снижения дискриминации и человеческого вмешательства [5,6].

В 2026 г. Office of the Data Protection Commissioner дополнительно вынес на обсуждение отдельные проекты рекомендаций по ИИ, новым технологиям и защите персональных данных. Следовательно, предлагаемая модель должна с самого начала проектироваться не только как технически точная, но и как проверяемая, объяснимая и институционально ответственная система. В этом смысле наиболее перспективной единицей применения ИИ является не отдельный гражданин, а территориальная система. ИИ не решает: кому отказать в социальной помощи. Он помогает установить: какой округ демонстрирует аномальный разрыв и какой функциональный участок требует дополнительного исследования. Так существенно снижается риск подмены публичного решения алгоритмической классификацией человека. Предложенный коэффициент доверия к диагностическому сигналу дополнительно позволяет учитывать неопределённость. Управление получает не просто сообщение: «в округе обнаружен высокий риск». Оно получает более зрелую информацию: «сигнал выраженный, однако его устойчивость средняя из-за недостаточного качества данных». Или: «отклонение устойчиво наблюдается в течение нескольких лет и подтверждается различными моделями». Для реального решения второе значительно сильнее первого. Так возникает ещё один важный принцип интеллектуального управления: алгоритм должен сообщать не только что он считает вероятным, но и насколько обоснованно он это считает. Итоговая архитектура всей исследовательской системы после настоящей статьи приобретает следующий вид: ИРП → КИС → ЭДРП → КСК → ПДРП → экономическая активность → занятость → ИКТИ → благосостояние → УРСР. Над этой последовательностью располагается диагностический слой ИИ: выявление закономерности → прогноз → обнаружение аномалии → объяснение → оценка уверенности. А над ним — институциональный слой: экспертная проверка → управленческое решение → реализация → контроль результата [7,13,20].

Это принципиально не архитектура: «данные → ИИ → решение». Правильнее: данные → экономическая модель → ИИ-диагностика → человеческая интерпретация → решение → проверка результата. В этом и заключается авторская позиция статьи. Искусственный интеллект способен значительно усилить региональное управление Кении не тогда, когда получает максимальную самостоятельность, а тогда, когда занимает правильно спроектированное место внутри системы принятия решений. Его ключевая функция — не

решить бедность. И даже не просто предсказать её. Она состоит в том, чтобы раньше человека увидеть сложную конфигурацию данных, показать территорию, которая развивается не так, как можно было ожидать, и сократить пространство поиска причины. Следовательно, ИИ становится не заменой регионального управления, а инструментом повышения диагностической разрешающей способности государства. Именно этот переход — от алгоритма-прогнозиста к алгоритму-диагносту — создаёт наиболее перспективную основу для дальнейшего развития интеллектуальной модели регионального управления Кении[13].

Таблица 6 – Система авторских результатов и критериев их эмпирической проверки

Авторский элемент	Формализация	Что проверяется	Критерий состоятельности
Каскад G_1–G_3	Отклонения на последовательных переходах	Локализация слабого узла	Повторяемость разрыва во времени и спецификациях
Диагностический остаток	$e_i = y_i - \hat{y}_i$	Аномальность территории	Устойчивое отклонение относительно сопоставимых округов
Объяснение XAI	SHAP/локальные вклады	Логика модельного прогноза	Стабильность набора ведущих факторов [13][14]
КДС	f(U, DQ, MS, TS)	Надёжность сигнала	Согласованность моделей, данных и периодов
County-year паспорт	{V,S,M,Q}+время доступности	Прогнозная честность	Отсутствие временной и информационной утечки
Диагностический цикл	данные→модель→ИИ→гипотеза→проверка→решение	Связь аналитики с управлением	Наличие независимой причинной проверки перед вмешательством

Эта таблица концентрирует научную новизну статьи в измеряемых объектах. После эмпирической апробации по 47 округам каждый элемент может быть либо подтверждён, либо отвергнут, что отличает авторскую модель от описательной схемы применения ИИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Government of Kenya, Ministry of Information, Communications and the Digital Economy. Kenya AI Strategy 2025–2030. Nairobi, 2025.
2. Ministry of Information, Communications and the Digital Economy. Kenya AI Strategy 2025–2030 Implementation Roadmap. Nairobi, 2025.
3. UNESCO. Artificial Intelligence Readiness Assessment: Kenya. Paris: UNESCO.
4. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris: UNESCO, 2021.
5. Kenya. Data Protection Act, No. 24 of 2019. Kenya Law.
6. Kenya. Data Protection (General) Regulations, 2021. Kenya Law.
7. Office of the Data Protection Commissioner. Guidance on Artificial Intelligence, Emerging Technologies and Privacy Enhancing Technologies. Nairobi: ODPC, 2026.
8. Kenya National Bureau of Statistics. The Kenya Poverty Report 2022. Nairobi: KNBS, 2024.
9. Kenya National Bureau of Statistics. 2025 Gross County Product. Nairobi: KNBS, 2025.
10. Kenya National Bureau of Statistics. 2026 Economic Survey. Nairobi: KNBS, 2026.
11. Kenya National Bureau of Statistics. 2026 Kenya Integrated Labour Force Survey. Nairobi: KNBS, 2026.
12. World Bank. Kenya Poverty and Equity Assessment 2023: From Poverty to Prosperity — Making Growth More Inclusive. Washington, DC: World Bank, 2023.
13. Molnar C. Interpretable Machine Learning. 2nd ed., 2022.
14. Lundberg S.M., Lee S.I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30.
15. Breiman L. Random Forests. Machine Learning. 2001. Vol. 45. P. 5–32.
16. Friedman J.H. Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine. Annals of Statistics. 2001. Vol. 29. No. 5. P. 1189–1232.
17. Varian H.R. Big Data: New Tricks for Econometrics. Journal of Economic Perspectives. 2014. Vol. 28. No. 2. P. 3–28.
18. Mullainathan S., Spiess J. Machine Learning: An Applied Econometric Approach. Journal of Economic Perspectives. 2017. Vol. 31. No. 2. P. 87–106.
19. Athey S. The Impact of Machine Learning on Economics. In: The Economics of Artificial Intelligence. University of Chicago Press, 2019.
20. OECD. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. Paris: OECD.

УДК332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089544

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ БЕДНОСТИ В КЕНИИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

THUKU HARRISON
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *Расширение применения искусственного интеллекта в исследованиях бедности создаёт возможность перехода от периодической фиксации социально-экономического состояния территорий к более раннему выявлению неблагоприятных изменений. Однако использование сложных алгоритмов само по себе не гарантирует повышения качества прогноза. В условиях небольших региональных выборок, пространственной зависимости наблюдений, неодинакового качества статистических данных и высокой устойчивости бедности во времени более сложная модель способна демонстрировать высокую точность внутри обучающей выборки и одновременно уступать простой эконометрической модели при прогнозировании новых периодов или территорий.*

В статье разработана методика сравнительного прогнозирования уровня бедности для 47 округов Кении. Предлагается принципиально различать оценку текущего уровня бедности, пространственное картирование и собственно прогнозирование. Прогнозом признаётся только такая модель, в которой для определения бедности будущего периода используются данные, доступные до наступления прогнозируемого периода. Базовая постановка принимает вид:

$P_i,t+1 = f(P_i,t, X_i,t)$, где $P_i,t+1$ — уровень бедности округа i в будущем периоде, а X_i,t — совокупность доступных на момент t ресурсных, инфраструктурных, институциональных, трудовых, демографических и экономических характеристик.

Предлагается многоступенчатый сравнительный эксперимент, включающий модель сохранения предыдущего значения бедности, линейную и панельную эконометрику, пространственную эконометрическую модель, регуляризованную регрессию, случайный лес, градиентное усиление и комбинированную модель, в которой эконометрическая часть задаёт интерпретируемую структуру, а машинное обучение исследует оставшиеся нелинейные отклонения.

Основным критерием выбора модели предлагается считать не минимальную ошибку в одном эксперименте, а совокупность четырёх свойств: вневыборочную точность, устойчивость во времени, пространственную переносимость и отсутствие систематического ухудшения прогноза для наиболее бедных территорий. Для оценки используются MAE, RMSE и R^2, а также показатели относительного выигрыша относительно базовой модели, разброса ошибки между проверочными периодами и максимальной групповой ошибки.

Отдельное внимание уделено природе исходной статистики. Официальные показатели бедности округов являются выборочными оценками и публикуются с интервалами

неопределённости. Поэтому целевая переменная модели не должна рассматриваться как абсолютно точное наблюдение. Предлагается учитывать качество и статистическую точность исходных оценок при обучении и интерпретации моделей.

Обзор современной литературы показывает, что преимущества машинного обучения в оценке благосостояния не являются безусловными. Исследования на основе спутниковых данных продемонстрировали способность алгоритмов восстанавливать значительную часть пространственной вариации благосостояния в странах Африки. В то же время более новые исследования показывают, что современные методы машинного обучения в отдельных задачах картирования бедности способны уступать традиционным подходам и сглаживать пространственную неоднородность.

Научная новизна статьи состоит в предложении инженерного протокола выбора прогнозной модели, при котором усложнение алгоритма считается оправданным только при устойчивом и практически значимом улучшении прогноза относительно простой модели. Предложена также комбинированная архитектура, объединяющая эконометрическое объяснение и машинное обучение остаточной структуры. Методика предназначена для последующей эмпирической проверки на пространственно-временной базе 47 округов Кении.

Ключевые слова: *Кения, региональная бедность, прогнозирование, эконометрика, машинное обучение, случайный лес, градиентное усиление, искусственный интеллект, региональное развитие, пространственная эконометрика, диагностическое управление, MAE, RMSE, R^2.*

Региональная бедность традиционно измеряется после того, как соответствующее социально-экономическое состояние уже сформировалось. Проводится обследование домохозяйств. Полученные данные обрабатываются. Определяется потребление. Рассчитывается черта бедности. После этого становится известно, какая доля населения конкретной территории находилась ниже установленного уровня благосостояния в исследуемом периоде. Для официальной статистики такая последовательность является необходимой. Для управления она имеет одно фундаментальное ограничение. К моменту появления окончательного показателя проблема уже произошла. Поэтому следующий уровень развития региональной диагностики должен отвечать не только на вопрос: «какой уровень бедности зафиксирован?» но и на другой: «какой уровень бедности вероятен в следующем периоде, если текущая конфигурация территории сохранится?» Именно это отличает диагностику прошлого от прогностического управления. Для Кении такая постановка имеет особое значение вследствие выраженной территориальной неоднородности [1–4, 6].

По данным Kenya National Bureau of Statistics, национальный показатель общей бедности в 2022 г. составлял 39,8%, но на уровне округов значения находились в чрезвычайно широком диапазоне: от 16,5% в Nairobi City до 82,7% в Turkana. Официальный отчёт публикует не только точечные оценки по округам, но и границы их статистической неопределённости, что дополнительно подчёркивает: показатель бедности конкретного округа является оценкой, а не абсолютно точным измерением [1].

При этом национальная связь между экономическим ростом и снижением бедности остаётся ограниченной. Всемирный банк отмечает, что реальный ВВП на душу населения Кении в период 2005–2022 гг. увеличился примерно на 43%, тогда как бедность по национальной черте снизилась с 46,8 до 39,8%. Следовательно, экономический рост остаётся необходимым условием улучшения благосостояния, но его преобразование в снижение бедности не является автоматическим. На региональном уровне эта проблема ещё сложнее. Округа различаются по: ресурсной обеспеченности; доступу к рынкам; структуре экономики; инфраструктуре; климату; человеческому капиталу; урбанизации; характеру занятости; институциональной способности; демографической нагрузке. Поэтому прогноз бедности представляет собой не обычную задачу продолжения временного ряда. Необходимо прогнозировать результат сложной территориальной системы [7, 8].

Современные методы машинного обучения кажутся особенно привлекательными для такой задачи. Они способны учитывать большое число признаков, автоматически обнаруживать нелинейности и взаимодействия и не требуют заранее задавать точную форму каждой зависимости. Однако эта гибкость имеет цену. Чем больше свободы получает модель, тем больше данных ей необходимо. А региональная выборка Кении объективно невелика. В одном временном срезе: N = 47 округов. Даже если для каждого округа имеется двадцать потенциальных признаков, использование сложной модели при 47 наблюдениях создаёт очевидный риск переобучения. Математически модель способна построить очень точное описание уже известных округов. Научный вопрос заключается в другом: сможет ли она правильно предсказать следующий год? И ещё сложнее: сможет ли она работать для территории, статистическая конфигурация которой существенно отличается от тех, на которых проводилось обучение? Именно здесь находится основное противоречие статьи. Сложность социально-экономического механизма требует гибких методов анализа, но ограниченность наблюдений требует методической сдержанности. Поэтому задача исследования состоит не в доказательстве превосходства искусственного интеллекта. Заранее неизвестно, будет ли такое превосходство существовать. Цель статьи — разработать методику сравнительной проверки эконометрических моделей и методов машинного обучения для прогнозирования региональной бедности в Кении и определить условия, при которых усложнение прогнозной системы является научно оправданным. Для достижения цели решаются следующие задачи: разграничить прогнозирование, текущую оценку и пространственное картирование бедности; сформировать корректную целевую переменную; разработать архитектуру пространственно-временной базы; определить набор сравниваемых моделей; сформировать процедуру временной и пространственной проверки; разработать систему показателей качества; определить критерии оправданности более сложной модели; предложить комбинированную архитектуру эконометрики и машинного обучения. Рабочая гипотеза формулируется следующим образом: методы машинного обучения способны повысить точность прогнозирования региональной бедности Кении при наличии нелинейных взаимодействий между структурными факторами, однако их преимущество относительно эконометрики будет устойчивым только при достаточной временной глубине данных, строгой вневыборочной проверке и сохранении экономической интерпретируемости модели [19–21].

1. Что именно следует прогнозировать: бедность, благосостояние или изменение состояния. Первая ошибка прогнозирования возникает ещё до выбора алгоритма. Необходимо определить целевую переменную. Понятие бедности может выражаться несколькими показателями. Наиболее распространённый — доля населения ниже черты бедности: H_i,t. Но он показывает только распространённость бедности. Другая характеристика — глубина бедности: PG_i,t. Она показывает, насколько далеко в среднем находится потребление бедного населения от установленной черты. Могут использоваться также: продовольственная бедность; крайняя бедность; многомерная депривация; потребление домохозяйств; индекс материального благосостояния. Выбор цели принципиально влияет на качество алгоритма. Исследования использования спутниковых данных и машинного обучения показывают, что физически наблюдаемые характеристики благосостояния, например накопленные активы, обычно прогнозируются лучше, чем более изменчивые показатели потребления и дохода. Обзор Hall и соавторов показал, что исследования, где целевой переменной выступали накопленные активы, в среднем демонстрировали существенно более высокую прогнозную результативность, чем работы с доходами или потреблением. Это имеет простой экономический смысл. Крыша дома, дорога, площадь застройки или крупный актив меняются относительно медленно и физически видимы. Доход домохозяйства способен резко измениться за несколько месяцев. Потребление зависит от урожая; потери работы; болезни; изменения цен; трансфертов; размера семьи. Следовательно, модель, которая отлично восстанавливает материальные активы, ещё не обязательно хорошо прогнозирует текущую бедность по потреблению[9–13].

Для нашей задачи основной целью целесообразно сохранить официальный показатель общей бедности KNBS, поскольку именно он имеет прямую социально-экономическую интерпретацию. При этом дополнительные модели могут использовать: PG — глубину бедности; FP — продовольственную бедность; ΔP — изменение уровня бедности. Так формируется не одна, а несколько прогнозных задач [1, 6].

Различие текущей оценки и прогноза. Особенно важно не смешивать два разных вида анализа. Предположим, официальные данные бедности имеются за 2022 г. Исследователь берёт спутниковые изображения 2022 г., данные мобильной связи 2022 г. и экономические показатели 2022 г. и восстанавливает бедность 2022 г. Это полезная задача. Но это не прогноз будущего. Она представляет оценку или пространственное восстановление отсутствующей информации [9–13].

Настоящий прогноз должен использовать информацию, которая существовала до момента прогнозируемого состояния. Поэтому базовая формула статьи: $P_i,t+1 = f(P_i,t, X_i,t)$. Если прогнозируется 2023 г., нельзя использовать показатель, опубликованный или фактически сформировавшийся в конце 2023 г. Это кажется очевидным, однако именно такие ошибки часто создают искусственно высокую точность модели. Алгоритм получает информацию из будущего и затем «предсказывает» то будущее, часть которого уже содержится среди признаков. Так возникает временная утечка данных. Для предотвращения этой ошибки каждый показатель должен иметь две даты: дату экономического состояния; дату фактической доступности данных. Например, показатель GCP за определённый год способен быть опубликован значительно позднее. Если модель предназначена для реального управленческого прогнозирования, необходимо учитывать именно момент, когда показатель мог быть известен системе [19, 20].

Прогноз уровня или прогноз изменения. Региональная бедность обладает высокой инерционностью. Уровень бедности текущего года часто будет близок к уровню предыдущего. Поэтому модель: $\hat{P}_i,t+1=P_i,t$ способна оказаться неожиданно сильным конкурентом. Это модель сохранения предыдущего состояния. Её необходимо обязательно включать в сравнение. Иначе сложная модель может показать MAE = 5,0 процентного пункта, что выглядит хорошо. Но если простая формула: $\hat{P}_i,t+1 = P_i,t$ даёт MAE = 4,8, искусственный интеллект фактически ничего не улучшил. Это один из важнейших принципов статьи: сложная модель должна сравниваться не с отсутствием модели, а с сильной простой альтернативой. Можно сформулировать и другую задачу: $\Delta P_i,t+1 = P_i,t+1 – P_i,t$. Тогда прогнозируется не уровень, а изменение. Эта задача сложнее. Но именно она способна быть более содержательной для управления. Если территория уже имеет бедность 70%, руководителю относительно легко предположить, что через год она не станет 15%. Значительно важнее понять: ухудшается ли траектория; улучшается ли она; какие факторы связаны с изменением [1–4].

Поэтому предлагается параллельно оценивать: модель уровня P; модель изменения ΔP. Первая полезна для прогнозирования нагрузки. Вторая — для раннего выявления изменения направления развития.

На официальном портале KNBS доступны отдельные отчёты по бедности за 2019, 2020, 2021 и 2022 гг. Теоретически это позволяет сформировать до: 47 округов × 4 периода = 188 наблюдений до учёта пропусков и различий методологии. Но сам факт наличия четырёх отчётов ещё не означает, что все значения можно немедленно объединить. Первым этапом должен стать аудит сопоставимости. Необходимо проверить: методику определения черты бедности; структуру выборки; использование весов; сезонность обследований; границы округов; изменения расчёта потребления; стандартные ошибки. Если методика изменилась, алгоритм способен воспринять статистическое изменение как экономическое. Это одна из наиболее опасных форм ошибки [1–4].

Целевая переменная также имеет погрешность. Официальная бедность округа является выборочной оценкой. KNBS для 2022 г. показывает точечные оценки и интервалы

неопределённости по всем округам. Это означает, что: Рнабл = Рист + η, где: Рнабл — опубликованная оценка; Рист — неизвестный истинный уровень; η — ошибка статистического измерения. Обычная модель машинного обучения фактически предполагает, что Рнабл является абсолютно точной истиной. Для крупной национальной выборки это приближение может быть приемлемым. Для отдельных округов с более широкой статистической погрешностью оно становится значительно более спорным [1, 6].

Предположим: округ А — бедность 40% ± 2 п.п.; округ В — бедность 40% ± 8 п.п. Для обычной модели это одинаково точные 40%. Для исследователя — нет. Поэтому предлагается хранить: P_i,t; SE_i,t; CI_i,t. Где: SE — стандартная ошибка; CI — доверительный интервал. При наличии необходимых исходных данных возможно применение моделей с учётом ошибки измерения или взвешивание наблюдений по статистической точности. Однако это должно выполняться осторожно. Округ с менее точной статистикой не должен автоматически стать «менее важным». Меньший вес отражает только меньшую точность конкретного измерения, а не меньшую социальную значимость территории.

Структура признаков. Для прогнозирования предлагается использовать несколько блоков. Инерционный блок. Включает: предыдущий уровень бедности; предыдущую глубину бедности; предыдущую продовольственную бедность. Он позволяет измерить, насколько модель фактически опирается на сохранение прошлого состояния. Экономический блок. Включает: GCP на душу населения; темпы GCP; отраслевую структуру; производительность; инвестиционную активность. KNBS регулярно публикует оценки Gross County Product, а последняя серия содержит данные по всем 47 округам и обновляет региональную экономическую статистику. Ресурсный блок. Включает разработанные ранее: ИРП; структуру ресурсных доменов; ресурсную концентрацию. Инфраструктурный блок. Включает: КИС; транспортную связанность; энергетическую доступность; цифровое включение; рыночную доступность. Человеческий капитал. Включает: образование; профессиональные компетенции; КСК; демографическую структуру. Трудовой блок. Включает: занятость; неформальность; недоиспользование рабочей силы; ИКТИ; доход. Институциональный блок. Включает: IPC; исполнение бюджета развития; собственные доходы; другие показатели управленческой способности [1, 5, 26].

Шоковый блок. Особенно важен для краткосрочного прогнозирования. Включает: осадки; засуху; изменение цен; инфляционные воздействия; иные внешние события. Таким образом: $X_i,t = \{P_i,t; E_i,t; R_i,t; I_i,t; H_i,t; L_i,t; G_i,t; S_i,t\}$. Но большое число возможных переменных не означает, что все они должны попасть в модель. При 188 или даже 300–400 наблюдениях сотни признаков недопустимы без очень строгого ограничения сложности. Принцип временной доступности. Для каждого признака вводится: A,t = 1, если значение было доступно на момент формирования прогноза; A,t = 0, если нет. В модель попадают только переменные с: A = 1. Это формирует своеобразный информационный срез управления. Модель должна знать ровно то, что мог знать руководитель в тот момент. Не больше. Только тогда вневыборочная точность имеет реальный управленческий смысл.

Система сравниваемых моделей. Сравнение должно начинаться от простого и постепенно двигаться к сложному. Не наоборот. Предлагается семь уровней. Модель М0 — сохранение предыдущего значения. $\hat{P}_i,t+1 = P_i,t$. Это базовая модель. Она практически ничего не объясняет. Но она проверяет главную вещь: добавляет ли исследовательская модель информацию сверх инерции бедности? Если нет, усложнение не оправдано[19, 20].Модель М1 — эконометрическая регрессия. Базовая форма: $P_i,t+1 = \alpha + \rho P_i,t + \beta X_i,t + \varepsilon_i,t$[19, 20].

Она позволяет прямо интерпретировать направление и величину статистической связи. Но есть проблема. Р находится в диапазоне от 0 до 1. Обычная линейная модель способна теоретически прогнозировать: $P < 0$ или $P > 1$. Поэтому целесообразно проверить как минимум два варианта: обычную линейную форму; дробную модель либо логит-преобразование доли бедности. Например: $Z_i,t = \ln[P_i,t / (1 – P_i,t)]$. После прогноза: $\hat{P} = 1 / (1 + e\text{-}\hat{Z})$. Это гарантирует

допустимый диапазон. Однако логит-преобразование также не должно применяться автоматически. Выбор определяется поведением данных и качеством прогноза.

Модель M2 — панельная эконометрика. Если имеются несколько периодов, необходимо учитывать ненаблюдаемые устойчивые особенности округа. Например: географию; историческую структуру расселения; часть культурных и институциональных характеристик [19, 24, 25].

Панельная модель: $P_i,t+1 = \alpha_i + \lambda + \rho P_i,t + \beta X_i,t + \varepsilon_i,t$, где: α_i — эффект округа; λ — общий временной эффект. Такая конструкция полезна для понимания изменений внутри территории. Но у неё есть ограничение: фиксированный эффект округа отлично работает для уже наблюдавшихся территорий, но не помогает прогнозировать совершенно новую территорию. Для нашей задачи это не критично, поскольку система ориентирована на 47 известных округов. Но при оценке переносимости модели это различие необходимо учитывать.

Модель M3 — пространственная эконометрика. Округа Кении связаны между собой. Nairobi City не является экономически независимым от Kiambu, Machakos и Kajiado. Транспорт, миграция, рынки труда и цены пересекают административные границы. Следовательно: $P_i \neq$ независимо от P. При наличии подтверждённой пространственной автокорреляции можно использовать модель: $P_i,t+1 = \rho WP + \beta X_i,t + \varepsilon_i,t$. Где: W — матрица пространственных весов. Такая модель позволяет сравнить машинное обучение не только с простой регрессией, но и с эконометрикой, которая уже учитывает географическую структуру. Это принципиально важное сравнение. Если случайный лес выигрывает у обычной регрессии, но проигрывает корректно заданной пространственной модели, вывод о превосходстве ИИ будет значительно слабее [24, 25].

Модель M4 — регуляризованная регрессия. При относительно большом числе признаков обычная регрессия становится нестабильной. Возникает мультиколлинеарность. Поэтому полезны: гребневая регрессия; LASSO; смешанная регуляризация. Они сохраняют относительно понятную структуру, но уменьшают риск переобучения. Для небольшой выборки это может оказаться весьма сильным компромиссом. Очень возможно, что именно регуляризованная линейная модель окажется лучше более сложных алгоритмов. Такой результат будет научно полноценным[17, 18].

Модель M5 — случайный лес. Случайный лес способен: обнаруживать нелинейность; учитывать взаимодействие признаков; быть относительно устойчивым к отдельным выбросам; работать без предварительного задания формы связи. Для региональной бедности это полезно. Например, влияние инфраструктуры может быть слабым до достижения минимального уровня человеческого капитала и значительно усиливаться после него. Линейная модель без специально введённого взаимодействия такую структуру не обнаружит. Случайный лес способен [14].

Но при небольшом N его настройки необходимо серьёзно ограничивать: глубину деревьев; минимальный размер листа; число признаков при разделении. Иначе модель запомнит отдельные округа.

Модель M6 — градиентное усиление. Градиентное усиление и его реализации, включая XGBoost, способны постепенно исправлять ошибки предыдущих деревьев и часто демонстрируют высокую прогнозную точность на структурированных данных. Однако именно здесь риск переобучения особенно высок. Необходимо ограничивать: глубину; скорость обучения; число деревьев; минимальный размер узла; долю наблюдений и признаков. При небольшой выборке сложность должна быть не максимальной, а минимально достаточной. В научной работе отсутствие переобучения ценнее ещё одного десятичного знака R^2[15, 16].

Модель M7 — комбинированная архитектура. Для настоящего исследования предлагается отдельная авторская конструкция. Первый уровень — эконометрическая модель: $\hat{P}_i,t+1^E = f_e(P_i,t, X_i,t)$. Рассчитывается остаток: $e_i,t = P_i,t+1 – \hat{P}_i,t+1^E$. После этого машинное обучение анализирует:

$\hat{e}_i,t = g(X_i,t)$. Итог: $\hat{P}_i,t+1^H = \hat{P}_i,t+1^E + \lambda\hat{e}_i,t$. Где: **λ** — коэффициент, определяемый на проверочной выборке. Смысл конструкции состоит в следующем. Эконометрика объясняет основную, теоретически заданную структуру. Машинное обучение не перестраивает всю систему с нуля. Оно ищет остаточную нелинейность, которую базовая модель не смогла объяснить. Это может дать несколько преимуществ. Первое — сохраняется экономическая интерпретация базовой структуры. Второе — уменьшается нагрузка на машинное обучение. Третье — можно отдельно увидеть, какую часть улучшения даёт нелинейная модель. Однако и этот подход пока является исследовательской гипотезой. Он не должен заранее объявляться лучшим. Его необходимо проверить на тех же данных и по тем же правилам, что и остальные модели.

Модель	Основное преимущество	Главный риск
M0	минимальная сложность	не учитывает изменение факторов
M1	высокая интерпретируемость	линейные ограничения
M2	учитывает устойчивые особенности округов	слабее переносится на новые территории
M3	учитывает пространственную связанность	чувствительна к построению W
M4	снижает переобучение	ограниченная нелинейность
M5	выявляет сложные взаимодействия	нестабильность при малой выборке
M6	высокая гибкость	высокий риск переобучения
M7	сочетание структуры и нелинейности	более сложная проверка

Наиболее слабое место многих сравнительных исследований — выбор победителя. Часто берётся одна случайная разбивка: 80% — обучение; 20% — проверка. Алгоритм с наименьшим RMSE объявляется лучшим. Для региональной Кении такая процедура недостаточна. Почему случайное перемешивание опасно. Предположим: Nairobi 2020 попал в обучение; Nairobi 2021 — в обучение; Nairobi 2022 — в проверку. Модель уже дважды видела Nairobi. Она знает его характерный GCP, урбанизацию, инфраструктуру и другие свойства. Прогноз 2022 г. значительно проще, чем прогноз для территории, которую модель раньше не наблюдала. Возникает территориальная утечка. Поэтому проверка должна имитировать реальную управленческую задачу. Временная проверка. Например: обучение — 2019–2020; настройка — 2021; окончательная проверка — 2022. То есть модель двигается только вперёд во времени. Если появятся новые периоды: обучение постепенно расширяется; будущее никогда не используется для объяснения прошлого. Такая схема значительно честнее случайной разбивки [19–21].

Проверка переноса между территориями. Дополнительно используется схема, при которой часть округов полностью исключается из обучения. Если модель резко ухудшается, это означает сильную зависимость от территориальной памяти. Для реальной системы 47 округов это не обязательно делает модель бесполезной. Но исследователь должен понимать предел её обобщения.

Пространственная проверка. Ещё строже — исключать не случайные округа, а пространственные группы. Например, нельзя помещать Kiambu в проверку, оставив все соседние территории вокруг Nairobi в обучении, и считать это полной пространственной независимостью. Лучше формировать географически разделённые блоки. Это позволит проверить, способна ли модель переносить закономерность между различными пространственными средами. Основная формула: $MAE = (1/n)\Sigma|P_i - \hat{P}_i|$. Если бедность измеряется в процентных пунктах, показатель легко интерпретируется. Например: MAE = 4,5 п.п. означает, что средняя абсолютная ошибка составляет 4,5 процентного пункта. Для управленческой интерпретации это, пожалуй, наиболее понятный показатель. RMSE =

$\sqrt{[(1/n)\Sigma(P_i - \hat{P}_i)^2]}$. Крупные ошибки получают повышенный вес. Если MAE умеренный, а RMSE значительно выше, модель периодически совершает серьёзные промахи. Для бедности такие промахи особенно опасны. Один ошибочный прогноз для высокоуязвимого округа может иметь большее социальное значение, чем несколько небольших ошибок в благополучных территориях. $R^2 = 1 - \Sigma(P_i - \hat{P}_i)^2 / \Sigma(P_i - \bar{P})^2$. Он показывает объяснённую вариацию. Но использовать только R^2 нельзя. Особенно при высокой устойчивости региональных различий. Модель способна хорошо ранжировать округа и иметь высокий R^2, но плохо прогнозировать фактическое изменение уровня бедности. Относительный выигрыш. Предлагается: $BT = (MAE_0 - MAE) / MAE_0 \times 100\%$, где: MAE_0 — ошибка базовой модели M0; MAE — ошибка рассматриваемой модели [24, 25].

Если: BT = 0, новая модель не лучше простой. Если: BT < 0, она хуже.

Если: BT > 0, возникает выигрыш. Но даже положительный выигрыш ещё не оправдывает сложность. Предположим: M0 — MAE 5,00; сложная модель — 4,94. Выигрыш существует. Практическая ценность сомнительна.

Поэтому до моделирования должен быть установлен минимально значимый уровень улучшения δ. Он определяется не алгоритмом, а задачей управления. Это может быть допустимое снижение ошибки, которое реально способно изменить качество решения.

Устойчивость модели. Пусть модель тестируется на K независимых временных или пространственных разбиениях. Средняя ошибка: $MA\bar{E} = (1/K)\Sigma MAE,k$. Разброс: σMAE = SD(MAE,1 ... MAE,K). Можно определить:

КН = σMAE / MAĒ, где КН — коэффициент нестабильности. Чем он ниже, тем устойчивее модель. Предположим: модель A: MAE = 4,2; КН = 0,05. Модель B: MAE = 4,0; КН = 0,35. Вторая немного точнее в среднем. Но её ошибка резко колеблется между проверочными группами. Для государственного управления первая может оказаться предпочтительнее. Средняя ошибка способна скрыть очень важную несправедливость. Допустим, модель отлично прогнозирует Nairobi, Kiambu и другие крупные центры, потому что по ним много стабильной информации. Но систематически ошибается в Turkana, Mandera или Samburu. Средняя MAE остаётся приемлемой. Именно те территории, для которых прогноз наиболее важен, получают худшее качество. Поэтому необходимо делить округа по группам исходной бедности: низкая; средняя; высокая. Для каждой: MAE_g. Вводится: МГО = max(MAE,g), где МГО — максимальная групповая ошибка. Хорошая государственная модель не должна минимизировать только среднее значение. Она должна избегать катастрофически слабого качества для наиболее уязвимой группы. Для управления важно также правильно предсказать направление: бедность растёт; не меняется; снижается. Можно определить: $DA = (1/n)\Sigma I[sign(\Delta P) = sign(\Delta\hat{P})]$, где DA — доля правильно предсказанных направлений. Модель может немного ошибаться в абсолютной величине, но правильно видеть ухудшение траектории. Для раннего предупреждения это очень полезно. Когда усложнение оправдано. На основании всего изложенного предлагается инженерный критерий. Более сложная модель принимается только если одновременно выполняются четыре условия: 1. Её вневыборочная ошибка ниже базовой. 2. Улучшение превышает заранее установленный порог практической значимости. 3. Результат сохраняется на нескольких временных и пространственных проверках. 4. Ошибка на наиболее бедных территориях не ухудшается критически. Если хотя бы один пункт нарушен, более сложная модель не получает автоматического преимущества. Это позволяет заменить логику: «новее = лучше»на: «сложнее только тогда, когда это доказуемо полезнее».

Сопоставление эконометрики и машинного обучения нередко строится как борьба двух школ. Первая якобы хорошо объясняет, но плохо прогнозирует. Вторая хорошо прогнозирует, но плохо объясняет. Такое противопоставление чрезмерно упрощено. Эконометрика также может быть сильным прогнозным инструментом. Машинное обучение также может предоставлять полезную информацию о структуре зависимости. Главное различие находится в исходной цели моделирования. Эконометрическое исследование обычно спрашивает: как

связан фактор X с результатом Y при заданных предположениях? Машинное обучение чаще спрашивает: какая функция f(X) минимизирует ошибку прогнозирования Y? Но они не должны подменять друг друга. Почему высокая прогнозная точность не доказывает механизм. Предположим случайный лес обнаруживает, что один из сильнейших признаков бедности — доля населения с доступом к интернету. Это может повысить прогноз. Но нельзя сразу заключить: цифровизация является причиной снижения бедности. Высокий интернет-доступ одновременно связан с: урбанизацией; доходами; образованием; инфраструктурой; плотностью бизнеса. Модель использует его как информативный сигнал. Причинный смысл требует отдельной проверки. То же относится к GCP, дорогам, образованию и любому другому признаку. Поэтому прогнозная модель должна находиться после экономической концепции и до причинного вывода. Сильный аргумент против технологического максимализма. Исследования машинного обучения для картирования бедности дали действительно впечатляющие результаты. Jean и соавторы показали, что сочетание спутниковых изображений и машинного обучения способно объяснять значительную долю локальной вариации показателей благосостояния в нескольких странах Африки. Yeh и соавторы позднее показали возможность использования общедоступной спутниковой информации для оценки экономического благосостояния в Африке и повысили масштабируемость подобных подходов. Blumenstock и соавторы продемонстрировали возможность оценки благосостояни я по метаданным мобильной связи в Руанде. Это серьёзные достижения. Но более новая литература показывает необходимость осторожности. Исследование Poverty mapping in the age of machine learning, опубликованное в Journal of Development Economics в 2025 г., пришло к выводу, что современные методы машинного обучения на дистанционных данных в некоторых постановках способны уступать традиционным методам картирования бедности, а также сглаживать часть её пространственного распределения. Он означает, что вопрос: «можем ли мы применить ИИ?» уже недостаточен [19–21].

Правильный вопрос: «в какой именно задаче ИИ действительно добавляет информацию относительно хорошо построенной традиционной модели?»

Проблема видимой бедности. Спутниковое изображение хорошо видит: дороги; крыши; здания; поля; ночное освещение; пространственную плотность. Но оно значительно хуже видит: долги домохозяйства; временную потерю работы; неформальный заработок; переводы родственников; изменение цены продуктов; болезнь; качество трудового договора. Именно поэтому физически устойчивые показатели благосостояния часто прогнозируются лучше, чем текущий доход или потребление. Для Кении это означает: спутниковые и цифровые данные могут стать дополнительным слоем; но они не должны полностью заменять обследования домохозяйств. Иначе модель будет хорошо видеть бедность, имеющую физическое отражение, и хуже — более скрытую экономическую уязвимость[9–13].

Комбинированная модель как возможный компромисс. Именно поэтому предлагаемая M7 представляется перспективной. Эконометрическая модель сначала использует разработанную предметную структуру: ИРП → инфраструктура → человеческий капитал → экономика → труд → благосостояние. После этого машинное обучение анализирует остаток. Если остаточная модель не даёт существенного улучшения, вывод прост: эконометрической структуры достаточно. Если даёт устойчивое улучшение, возникает следующий вопрос: какие нелинейные взаимодействия не были учтены? Например, алгоритм способен обнаружить: инфраструктура начинает заметно влиять на результат только после определённого уровня образования; рост экономики уменьшает бедность только при достаточном качестве занятости; ресурсный потенциал имеет значение только при определённой институциональной способности. После обнаружения такой структуры исследователь способен вернуться к эконометрике и проверить уже конкретное взаимодействие.Возникает цикл: теория → эконометрика → машинное обучение → обнаружение новой структуры → новая гипотеза → эконометрическая проверка. Это значительно сильнее простой идеи:

«обучили XGBoost и получили высокий R^2». Прогнозный паспорт модели. Для каждой модели предлагается формировать единый паспорт[19–23].

Параметр	Значение
MAE	рассчитывается
RMSE	рассчитывается
R^2	рассчитывается
Выигрыш относительно M0	рассчитывается
Коэффициент нестабильности	рассчитывается
Ошибка группы высокой бедности	рассчитывается
Максимальная групповая ошибка	рассчитывается
Точность направления изменения	рассчитывается
Число используемых признаков	фиксируется
Способность к интерпретации	экспертная оценка
Чувствительность к пропускам	проверяется
Устойчивость к исключению округов	проверяется

Только после заполнения такого паспорта модель может сравниваться с другой. Такой подход превращает выбор алгоритма из субъективного предпочтения исследователя в воспроизводимую инженерную процедуру.

Прогнозирование региональной бедности является значительно более сложной задачей, чем восстановление статистического показателя на основании уже наблюдаемых характеристик территории. Для настоящего прогноза необходимо соблюсти временную причинную последовательность: сначала информация — затем прогнозируемый результат. Именно поэтому основная формула исследования имеет вид: $P_i,t+1 = f(P_i,t, X_i,t)$, а не: $P_i,t = f(X_i,t)$, если последняя конструкция используется без дальнейшего уточнения[1–8, 19–21].

Второй вариант способен быть полезным для картирования и текущей оценки бедности. Первый создаёт основу для реального раннего предупреждения. Это различие представляется одним из центральных методологических положений статьи. В условиях Кении проблема особенно существенна, поскольку статистические источники обновляются с различной скоростью. Официальный архив KNBS содержит отдельные отчёты по бедности за 2019–2022 гг., тогда как данные Gross County Product обновляются позднее и охватывают более свежие экономические периоды. Следовательно, основным ограничением будущей модели становится не отсутствие алгоритмов. Алгоритмов более чем достаточно. Ограничение — согласованность данных во времени. Если этот этап выполнен плохо, даже самый современный метод будет работать с неправильно сформированной реальностью. Именно поэтому каждый признак будущей базы должен хранить: округ; период состояния; дату доступности; источник; методику; оценку качества. Так появляется принцип прогнозной честности: модель не имеет права знать будущее. Не менее значимым является качество самой целевой переменной. Официальная бедность округа — не абсолютно точное число. Это выборочная статистическая оценка. KNBS публикует для округов не только точечный показатель, но и границы статистической неопределённости. Следовательно, модель, прогнозирующая 40,1% при официальной оценке 39,8%, не обязательно ошиблась на 0,3 процентного пункта в содержательном смысле. Разница может находиться значительно ниже статистической точности исходного наблюдения. Это приводит к важному выводу: точность модели не может быть существенно выше качества данных, на которых определяется её «правильность». В противном случае появляется ложная точность. Алгоритм сообщает: 39,74%. Но официальное исходное измерение само имеет заметный интервал неопределённости. Четыре знака после запятой не создают дополнительного знания. Они лишь создают впечатление математической уверенности. Для регионального управления это особенно опасно. Поэтому результаты прогнозирования следует представлять не только как

точечное значение, но и как диапазон. Например: ожидаемый уровень бедности — 46–51%. Это может быть значительно честнее и полезнее, чем: 48,37%.

Основной научный результат статьи связан с отказом от автоматического предположения о превосходстве машинного обучения. ИИ не получает методологической привилегии только потому , что относится к более современному технологическому направлению. Он должен выиграть эксперимент. Причём выиграть не у слабой искусственно подобранной модели, а минимум у трёх серьёзных альтернатив: исторической инерции; корректно построенной эконометрической модели; пространственной модели, учитывающей территориальную связанность. Только после этого можно говорить о дополнительной прогнозной ценности. Особенно сильным соперником может оказаться простая модель: $\hat{P}_i,t+1 = P_i,t$. Это важный парадокс. Чем устойчивее территориальная бедность, тем сложнее искусственному интеллекту доказать собственную полезность. Если Turkana, Mandera или другой округ длительное время остаётся в сходной социально-экономической конфигурации, предыдущий показатель бедности уже несёт большой объём информации о следующем. Следовательно, сложной модели необходимо прогнозировать не очевидный уровень. Она должна лучше видеть момент изменения траектории. Именно поэтому параллельное прогнозирование: $P_i,t+1$ и $\Delta P_i,t+1$ представляется одним из наиболее перспективных решений. Первая модель отвечает: «каково вероятное состояние?» Вторая: «куда движется территория?». Для управления второй вопрос нередко важнее. Если бедность составляет 60%, но модель устойчиво показывает снижение, это одна ситуация. Если она составляет 40%, но несколько диагностических признаков указывают на вероятное быстрое ухудшение, другая. Статический рейтинг назовёт первую территорию более проблемной. Прогностическая инженерия должна дополнительно увидеть направление движения. В статье предложено сравнивать семь классов моделей — от сохранения предыдущего значения до комбинированной архитектуры эконометрики и машинного обучения. Однако количество моделей не является самоцелью [13, 19–21].

Если после проверки окажется, что обычная панельная регрессия прогнозирует бедность практически так же хорошо, как случайный лес и градиентное усиление, именно простая модель должна получить преимущество. У неё меньше риск переобучения. Её проще проверить. Её легче объяснить. Её выводы легче обсуждать с государственными органами. Следовательно: сложность модели является затратой, которую необходимо оправдать улучшением результата. Это один из центральных инженерных принципов исследования. Предложенный показатель относительного выигрыша позволяет измерять, насколько новая модель улучшает прогноз относительно базовой. Но даже этого недостаточно. Модель может хорошо работать в среднем и проваливаться на отдельных типах территории. Поэтому введена максимальная групповая ошибка. Для системы региональной бедности это особенно важно. Если алгоритм имеет среднюю ошибку 4 процентных пункта, но систематически ошибается на 12–15 пунктов именно в округах с самой высокой бедностью, государственная полезность такой модели ограничена. С технической точки зрения средний прогноз неплохой. С социальной — проблема существенная. Следовательно, оптимальная модель должна искать баланс: точность всей системы и приемлемое качество для наиболее уязвимых территорий. Это не только этическое требование. Это требование корректной инженерии. Система должна быть надёжна именно там, где цена ошибки максимальна. Отсюда следует ещё один вывод. В научной статье нельзя публиковать только средние MAE, RMSE и R^2. Необходимо показывать распределение ошибок: по округам; по годам; по типам территорий; по уровням бедности. Только в таком случае становится видно, где модель действительно работает, а где лишь создаёт среднеарифметический успех. Современная научная литература дополнительно подтверждает необходимость такой осторожности. Работы Jean и соавторов, Yeh и соавторов, Blumenstock и соавторов показали огромный потенциал спутниковых, цифровых и мобильных данных для оценки пространственного благосостояния в условиях ограниченной традиционной статистики. Но последующая литература стала значительно более критичной.

Обзор Hall и соавторов показывает, что прогнозная результативность существенно зависит от того, что именно считается благосостоянием, какие данные используются и как они предварительно обрабатываются. А исследование 2025 г. по современному картированию бедности показывает, что технологически более сложные методы не гарантируют превосходства над традиционными подходами. Это фактически подтверждает главный тезис настоящей статьи: метод нельзя выбирать по его технологической престижности. Он выбирается по доказанному качеству на конкретной исследовательской задаче. Особенно перспективной представляется предложенная комбинированная модель. Она позволяет отказаться от ложного выбора: эконометрика или ИИ. Эконометрическая модель используется для описания основной структурной зависимости. Машинное обучение анализирует остаточную часть и ищет нелинейность, которую исследователь изначально не задал. Если такая нелинейность обнаруживается устойчиво, она становится основанием для новой экономической гипотезы. Например, модель показывает, что инфраструктурная связанность почти не уменьшает прогноз бедности при низком КСК, но её эффект резко меняется после достижения некоторого уровня соответствия компетенций. Это ещё не причинное доказательство. Но это уже содержательный научный сигнал [14–21].

Исследователь может сформулировать гипотезу: инфраструктурные инвестиции имеют более сильный социальный результат в территориях, располагающих соответствующим человеческим капиталом. После этого взаимодействие проверяется эконометрически. Таким образом, искусственный интеллект начинает не только прогнозировать. Он помогает создавать новые проверяемые гипотезы. В этом состоит значительно более зрелая роль ИИ в экономическом исследовании. Конечная архитектура принимает циклическую форму: теория → данные → эконометрика → прогноз → машинное обучение → выявление нелинейности → новая гипотеза → проверка → обновление модели. Такой цикл способен последовательно улучшать понимание региональной бедности. При этом исследователь не теряет контроль над экономическим смыслом модели [19, 21].

Для Кении следующим практическим этапом должно стать формирование первой полностью синхронизированной панели 47 округов [1–5].

Наиболее реалистично начать с периодов, для которых официальные poverty reports уже существуют, проверить их методологическую сопоставимость, соединить с GCP и другими показателями, после чего провести первый эксперимент. Эксперимент должен быть зарегистрирован до просмотра окончательных результатов: какие модели сравниваются; какие признаки используются; какой период является проверочным; какие показатели качества считаются основными; какой уровень улучшения считается практически значимым. Это позволит уменьшить ещё одну распространённую проблему — подбор методики под желаемый результат. Если после эксперимента победит случайный лес — это будет результат. Если победит градиентное усиление — результат. Если лучшей окажется обычная пространственная регрессия — это не неудача исследования. Наоборот. Это будет доказательством того, что для имеющейся информационной структуры сложность не даёт достаточной дополнительной ценности. Цель состоит не в демонстрации искусственного интеллекта. Цель — построить наиболее надёжную систему понимания и раннего выявления региональной бедности. Поэтому итоговая авторская позиция статьи формулируется следующим образом: лучшая модель прогнозирования бедности — не самая сложная и не самая современная, а та, которая устойчиво видит будущее лучше простой альтернативы, сохраняет качество на различных территориях, честно отражает неопределённость и предоставляет достаточно информации для последующей экономической диагностики [1–5]. Искусственный интеллект получает преимущество только тогда, когда это преимущество можно измерить. До этого он остаётся гипотезой. Именно такое отношение позволяет превратить машинное обучение из технологического атрибута исследования в проверяемый инженерный инструмент регионального управления [19–21, 27].

Чтобы сравнительный анализ не сводился к процедуре перебора алгоритмов, предлагается интерпретировать его как проверку научной гипотезы о предельной полезности усложнения прогнозной системы. В центре анализа находится не вопрос «какой алгоритм современнее?», а вопрос «какой дополнительный объём устойчивой прогнозной информации даёт усложнение относительно сильной простой альтернативы?». Такой подход соответствует разграничению прогнозной и объяснительной задач в современной экономике машинного обучения [19–21].

Таблица 3 – Матрица исследовательских вопросов и проверяемых результатов

Исследовательский вопрос	Показатель/тест	Критерий научного результата	Интерпретация
Даёт ли сложная модель дополнительную информацию?	$BT=(MAE_0-MAE)/MAE_0\times 100\%$	$BT>\delta$	Улучшение должно быть не только формальным, но и практически значимым.
Устойчив ли выигрыш?	$КН=\sigma(MAE)/MAE$	КН ниже заданного порога	Низкая средняя ошибка не принимается без стабильности по периодам и территориям.
Не ухудшается ли прогноз для наиболее бедных округов?	МГО=max(MAEg)	МГО не растёт критически	Средний успех не должен скрывать систематические ошибки в уязвимой группе.
Видит ли модель направление изменения?	DA	DA выше базового уровня	Проверяется способность раннего предупреждения, а не только восстановления уровня.
Оправдана ли сложность?	Интегральное правило выбора	Все четыре условия выполнены	Сложность рассматривается как исследовательская затрата, требующая доказанного выигрыша.

Таблица переводит процедуру сравнения моделей в систему проверяемых исследовательских вопросов. Научным результатом становится не минимальное значение одной метрики, а доказательство устойчивого приращения прогнозной ценности при сохранении территориальной надёжности.

Таблица 4 – Авторская шкала доказательности прогнозного преимущества

Уровень	**Условие**	**Статус вывода**	**Управленческий смысл**
D0	$MAE \geq MAE_0$	Преимущество отсутствует	Сохраняется базовая модель.
D1	$MAE < MAE_0$, но $BT \leq \delta$	Формальный выигрыш	Усложнение практически не оправдано.
D2	$BT > \delta$, но высокий КН	Неустойчивый выигрыш	Требуются дополнительные проверки.
D3	$BT > \delta$ и низкий КН, но высокая МГО	Системно неполный выигрыш	Модель неприемлема для части уязвимых территорий.

D4	ВТ > δ; низкий КН; приемлемая МГО; высокая DA	Доказанное прогнозное преимущество	Модель допускается к расширенной апробации.

Предлагаемая шкала D0–D4 является авторским инструментом фиксации силы доказательств. Она не позволяет объявить модель «лучшей» только по одному RMSE и делает решение о её принятии воспроизводимым. Авторская модель «лестница доказательности прогнозной модели» M0: инерционная база → M1–M4: структурные эконометрические альтернативы → M5–M6: нелинейные ML-модели → M7: гибридная модель → временная проверка → пространственная проверка → групповая проверка → оценка направления ΔP → уровень доказательности D0–D4 → прогнозный паспорт → управленческая апробация. Логика «лестницы» принципиально отличается от обычного соревнования алгоритмов. Каждая следующая ступень должна доказать дополнительную ценность относительно предыдущей. Тем самым машинное обучение получает не априорное, а условное преимущество: оно принимается только после прохождения последовательных фильтров точности, устойчивости, пространственной переносимости и социальной надёжности [14–21, 24, 25].

Таблица 5 – Пример расчётной апробации критериев выбора модели (иллюстрационный сценарий)

Модель	MAE, п.п.	ВТ к M0, %	КН	МГО, п.п.	DA, %	Уровень
M0 – инерционная	5,00	0,0	0,06	7,0	61	D0
M2 – панельная	4,55	9,0	0,08	6,6	66	D4*
M3 – пространственная	4,42	11,6	0,07	6,2	68	D4*
M5 – Random Forest	4,31	13,8	0,18	7,8	70	D2/D3
M6 – Gradient Boosting	4,18	16,4	0,27	9,1	72	D2/D3
M7 – гибридная	4,20	16,0	0,09	6,0	74	D4*

Значения в таблице являются иллюстрационными и не заменяют эмпирический расчёт по 47 округам. Сценарий показывает принципиально важный результат: модель с минимальной средней MAE не обязательно является предпочтительной. При повышенной нестабильности и большой ошибке для беднейших округов более устойчивый гибрид может иметь большую научную и управленческую ценность. Знак «*» означает, что окончательное присвоение D4 возможно только после задания δ и порогов допустимости до анализа результатов.

Таблица 6 – Переход от процедурного описания к научному результату статьи

Процедурный элемент	Научное преобразование	Авторский результат
Перечень M0–M7	Иерархия конкурирующих гипотез	Проверяется предельная ценность усложнения.
Расчёт MAE/RMSE/R^2	Сравнение с сильной базой и порогом δ	Вводится критерий практически значимого выигрыша.
Несколько разбиений выборки	Измерение КН	Устойчивость становится самостоятельным свойством качества.

Ошибки по округам	МГО по группам бедности	Вводится территориально-социальная надёжность.
Прогноз уровня P	Параллельный прогноз ΔP	Модель оценивает состояние и направление траектории.
Эконометрика против ML	Гибрид M7 и возврат к гипотезе	Формируется цикл теория → ML → новая гипотеза → проверка.

Именно эти преобразования формируют исследовательское ядро статьи. Процедура становится средством проверки авторской концепции: усложнение прогнозной системы допустимо только как доказуемое приращение знания, а не как технологическая самоцель.

Предлагается рассматривать качество прогнозной модели как многомерную величину Q = F(A, S, T, G, I), где A — вневыборочная точность; S — устойчивость; T — пространственная переносимость; G — групповая надёжность; I — интерпретируемость. Следовательно, задача выбора модели не сводится к argmin(MAE). В инженерной постановке оптимальной является модель, которая минимизирует прогнозную ошибку при ограничениях на нестабильность, групповую ошибку и интерпретируемость. Такая постановка усиливает научную новизну статьи и связывает эконометрику, машинное обучение и региональное управление в единую систему принятия доказательного решения [19–25].

ЛИТЕРАТУРА

1. Kenya National Bureau of Statistics. The Kenya Poverty Report 2022. Nairobi: KNBS, 2024.
2. Kenya National Bureau of Statistics. The Kenya Poverty Report 2021. Nairobi: KNBS.
3. Kenya National Bureau of Statistics. Kenya Poverty Report 2020. Nairobi: KNBS.
4. Kenya National Bureau of Statistics. The Kenya Poverty Report 2019. Nairobi: KNBS.
5. Kenya National Bureau of Statistics. 2025 Gross County Product: Tracking the Progress and Diversity of County Economies. Nairobi: KNBS, 2025.
6. Kenya National Bureau of Statistics. Kenya Continuous Household Survey Programme 2022. Nairobi: KNBS.
7. World Bank. Kenya Poverty and Equity Assessment 2023: From Poverty to Prosperity — Making Growth More Inclusive. Washington, DC: World Bank, 2023.
8. World Bank. Poverty & Equity Brief: Kenya. Washington, DC: World Bank, 2025.
9. Jean N., Burke M., Xie M., Davis W.M., Lobell D.B., Ermon S. Combining Satellite Imagery and Machine Learning to Predict Poverty. Science. 2016. Vol. 353. No. 6301. P. 790–794. DOI: 10.1126/science.aaf7894.
10. Yeh C., Perez A., Driscoll A. et al. Using Publicly Available Satellite Imagery and Deep Learning to Understand Economic Well-Being in Africa. Nature Communications. 2020. Vol. 11. Article 2583. DOI: 10.1038/s41467-020-16185-w.
11. Blumenstock J., Cadamuro G., On R. Predicting Poverty and Wealth from Mobile Phone Metadata. Science. 2015. Vol. 350. No. 6264. P. 1073–1076. DOI: 10.1126/science.aac4420.
12. Hall O., Dompae F., Wahab I., Dzanku F.M. A Review of Machine Learning and Satellite Imagery for Poverty Prediction: Implications for Development Research and Applications. Journal of International Development. 2023. Vol. 35. No. 7. P. 1753–1768. DOI: 10.1002/jid.3751.
13. Poverty Mapping in the Age of Machine Learning. Journal of Development Economics. 2025. Vol. 172. Article 103377.
14. Breiman L. Random Forests. Machine Learning. 2001. Vol. 45. P. 5–32.
15. Friedman J.H. Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine. Annals of Statistics. 2001. Vol. 29. No. 5. P. 1189–1232.

16. Chen T., Guestrin C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2016. P. 785–794.
17. Tibshirani R. Regression Shrinkage and Selection via the Lasso. Journal of the Royal Statistical Society: Series B. 1996. Vol. 58. No. 1. P. 267–288.
18. Hoerl A.E., Kennard R.W. Ridge Regression: Biased Estimation for Nonorthogonal Problems. Technometrics. 1970. Vol. 12. No. 1. P. 55–67.
19. Mullainathan S., Spiess J. Machine Learning: An Applied Econometric Approach. Journal of Economic Perspectives. 2017. Vol. 31. No. 2. P. 87–106.
20. Varian H.R. Big Data: New Tricks for Econometrics. Journal of Economic Perspectives. 2014. Vol. 28. No. 2. P. 3–28.
21. Athey S. The Impact of Machine Learning on Economics. In: The Economics of Artificial Intelligence. University of Chicago Press, 2019.
22. Molnar C. Interpretable Machine Learning. 2nd ed. 2022.
23. Lundberg S.M., Lee S.I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30.
24. Anselin L. Spatial Econometrics: Methods and Models. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.
25. Elhorst J.P. Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels. Berlin: Springer, 2014.
26. OECD. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Paris: OECD Publishing, 2008.

УДК332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089548

ОБЪЯСНИМЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СИСТЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ: ИНЖЕНЕРНАЯ МОДЕЛЬ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАКТОРОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ БЕДНОСТИ В КЕНИИ

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

THUKU HARRISON
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *Расширение применения методов искусственного интеллекта в исследованиях бедности позволяет значительно повысить способность аналитических систем выявлять нелинейные зависимости, пространственные различия и сложные сочетания социально-экономических факторов. Однако повышение прогнозной точности одновременно создаёт новую проблему: чем сложнее модель, тем труднее установить, почему конкретная территория получила определённый прогноз и какие характеристики сформировали выявленное отклонение. Для государственного управления недостаточно знать, что уровень бедности в одном округе выше ожидаемого. Необходимо определить, какой участок региональной системы связан с данным результатом и насколько устойчиво это объяснение при изменении модели, периода наблюдения и состава исходных данных.*

В статье разработана инженерная модель применения объяснимого искусственного интеллекта для диагностики территориальной бедности на уровне 47 округов Кении. Предлагается разграничивать четыре аналитических уровня: прогноз, модельное объяснение, экономическая интерпретация и причинная проверка. Центральным методологическим положением является тезис о том, что вклад признака в прогноз алгоритма не является оценкой причинного эффекта данного признака. Значение SHAP показывает, каким образом конкретная переменная изменила прогноз определённой модели относительно её базового уровня, но само по себе не доказывает, что изменение данной переменной посредством государственной политики приведёт к соответствующему изменению бедности.

Для преодоления фрагментарности традиционных объяснений разработана блочно-функциональная модель интерпретации, в которой отдельные признаки объединяются не произвольно, а в соответствии с ранее сформированной архитектурой регионального развития: ресурсный потенциал, инфраструктурная связанность, человеческий капитал, институциональная способность, экономическая активность, трудовое включение и социальный результат. Предлагается рассчитывать совокупный объяснительный вклад каждого функционального блока в прогноз конкретного округа и сопоставлять его с диагностическими разрывами регионального контура.

Дополнительно вводятся понятия объяснительного профиля территории, доминирующего диагностического блока, коэффициента устойчивости объяснения и межмодельного согласия объяснений. Эти показатели позволяют отличить устойчивый диагностический сигнал от интерпретации, возникающей только в одной конкретной спецификации алгоритма.

Современные исследования подтверждают значительный потенциал объяснимых методов для анализа бедности, но одновременно показывают ограничения универсальных моделей. В опубликованной в 2025 г. работе по интерпретируемости спутниковых карт бедности подчёркивается, что модели, построенные на данных дистанционного наблюдения, нередко недостаточно отражают локальный социально-экономический контекст, а модели, обученные сразу на нескольких странах, способны чрезмерно упрощать территориальные механизмы бедности. Исследования 2025 г. также показывают, что один и тот же пространственный показатель может иметь различное значение для бедности в сельской, переходной и городской среде, что делает локальную интерпретацию необходимой частью анализа.

Для Кении подобная архитектура соответствует формирующейся системе управления ИИ. Kenya AI Strategy 2025–2030 была официально запущена 27 марта 2025 г. и включает цифровую инфраструктуру ИИ, управление данными и ИИ, а также исследования, инновации и коммерциализацию в качестве трёх основных направлений. План реализации стратегии дополнительно предусматривает развитие прозрачности алгоритмов, гибкого регулирования и инклюзивного применения ИИ.

Научная новизна статьи заключается в переходе от объяснения отдельных признаков к объяснению функционального механизма территориальной системы. ИИ предлагается использовать не для автоматического назначения причин бедности, а для формирования проверяемой экономической гипотезы о том, какой участок регионального контура требует дальнейшего анализа.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, объяснимый ИИ, Кения, региональная бедность, SHAP, машинное обучение, региональное развитие, диагностическое управление, территориальные различия, ресурсно-социальный разрыв, причинный анализ, 47 округов Кении.*

Прогнозная модель отвечает на вопрос о том, какое состояние является наиболее вероятным при имеющейся информации. Для государственного управления этого недостаточно. Предположим, модель прогнозирует уровень бедности округа на уровне 62%. Само число ещё не формирует управленческого знания. Необходимо понять: почему модель ожидает именно такой результат; какие характеристики территории повысили прогноз; какие характеристики его снизили; насколько устойчив полученный вывод; являются ли обнаруженные факторы непосредственными объектами государственного воздействия; что произойдёт, если один из них изменить. Именно между первым и последним вопросом проходит граница между прогнозированием и управлением.

Современные методы машинного обучения способны обнаруживать взаимосвязи, которые трудно задать заранее. Например, влияние инфраструктуры может зависеть от уровня человеческого капитала, а экономический рост — иметь различное социальное значение при разных структурах занятости. Подобная нелинейность представляет очевидное преимущество машинного обучения. Но вместе с этим возникает проблема непрозрачности. Если модель использует десятки переменных, множество взаимодействий и сотни решений внутри ансамбля, традиционная экономическая интерпретация становится затруднительной. Отсюда возникло направление объяснимого искусственного интеллект [2, 3,4,5,6].

Одним из наиболее распространённых методов является SHAP, основанный на значениях Шепли из теории кооперативных игр. Для каждого наблюдения метод распределяет разницу между базовым прогнозом и фактическим прогнозом модели между использованными признаками. Для округа i: $\hat{y}_i = \varphi_0 + \Sigma\varphi_i$, где: $\hat{y}_i$ — прогноз модели; φ_0 — базовый прогноз; φ_i — вклад признака j в прогноз для территории i. Если: $\varphi_i > 0$, признак увеличивает прогноз относительно базового значения. Если: $\varphi_i < 0$, уменьшает его. Для прогнозирования бедности это означает возможность перейти от утверждения: «ожидаемая бедность составляет 62%». к более содержательной конструкции: [1,27]

«базовый прогноз составляет 41%; низкое качество занятости увеличивает прогноз, слабая транспортная связанность увеличивает его дополнительно, высокий образовательный показатель уменьшает прогноз, а совокупность других характеристик формирует окончательные 62%». Это значительно информативнее одного числа. Но именно здесь возникает опасность. Пользователь модели способен решить: если транспортная связанность увеличила прогноз бедности на 6 процентных пунктов, строительство дороги снизит бедность на 6 пунктов. Такой вывод из SHAP не следует. SHAP объясняет поведение модели, а не действие экономики после вмешательства. Это различие становится центральным предметом настоящего исследования [1,27].

Нами была разработана система сравнительного прогнозирования региональной бедности, в которой эконометрические модели сопоставляются со случайным лесом, градиентным усилением и комбинированной архитектурой. Было показано, что усложнение модели оправдано только в случае устойчивого вневыборочного преимущества. Следующий вопрос возникает только после того, как такая модель выбрана: как превратить её прогноз в экономически содержательную диагностику?. Для ответа уже недостаточно построить стандартную диаграмму важности признаков. Необходимо встроить объяснение в разработанный ранее региональный контур: ИРП → КИС → ЭДРП → КСК → ПДРП → экономический результат → занятость → ИКТИ → благосостояние. Здесь: ИРП характеризует исходный ресурсный потенциал; КИС — инфраструктурную связанность; ЭДРП — экономически доступный ресурсный потенциал; КСК — соответствие компетенций; ПДРП — продуктивно доступный ресурс; ИКТИ — качество трудового включения. Тогда объяснимый ИИ получает принципиально иной объект анализа. Он больше не рассматривает пятьдесят независимых признаков. Он исследует работу функциональной системы [2,3,4].

Цель статьи — разработать инженерную модель применения объяснимого искусственного интеллекта для выявления функциональных факторов территориальной бедности в Кении и преобразования модельного объяснения в проверяемую экономическую гипотезу [2,3,4,17,18].

Для достижения цели решаются следующие задачи: разграничить модельное объяснение и причинный вывод; разработать блочно-функциональную систему интерпретации прогнозов; определить различия между общесистемным и локальным объяснением; разработать показатели устойчивости объяснений; определить требования к пространственной интерпретации; сформировать механизм передачи результатов объяснимого ИИ в систему регионального управления. Рабочая гипотеза заключается в следующем: объяснимый ИИ повышает научную и управленческую ценность прогнозирования бедности только тогда, когда вклад отдельных признаков переводится в заранее определённую экономическую архитектуру, проверяется на устойчивость и используется как основание для новой гипотезы, а не как готовое доказательство причинности [2,3,4].

Термин «объяснимый искусственный интеллект» способен создать ложное ощущение, что алгоритм объясняет сам социально-экономический процесс. В действительности объект объяснения значительно уже. Метод SHAP отвечает на вопрос: почему данная модель сформировала данный прогноз? Он не отвечает автоматически: почему в реальной экономике возникла бедность? [1,2,3,4,27].

Различие можно представить последовательностью: реальная система → данные → модель → прогноз → объяснение модели. Объяснение находится в конце этой цепи. Если исходные данные неполны, объяснение будет неполным.

Если структура модели неверна, объяснение точно покажет логику неверной модели. Если в данных присутствует историческое неравенство, объяснение способно воспроизвести его как статистически значимую закономерность. Следовательно: объяснимая ошибка остаётся ошибкой. Это один из принципиальных тезисов статьи. Предположим, алгоритм обнаруживает, что показатель доступа к интернету оказывает сильное отрицательное влияние на прогноз бедности. Можно сформулировать несколько различных механизмов. Первый:

цифровая доступность действительно повышает экономические возможности и способствует снижению бедности. Второй: богатые территории просто имеют более высокий уровень цифровой инфраструктуры. Третий: оба показателя являются следствием урбанизации. Четвёртый: цифровая связанность отражает одновременно образование, инфраструктуру и плотность рынка. SHAP не способен самостоятельно выбрать правильный механизм. Он показывает, что данный признак помогает модели различать территории. Поэтому необходимо φ_i — модельный вклад и τ — причинный эффект. В общем случае: $\varphi_i \neq \tau$. Это выражение следует считать одной из центральных методологических формул исследования. Причинный эффект отвечает на другой вопрос: как изменился бы результат при изменении признака при сохранении соответствующих условий? Для этого необходимы дополнительные методы: естественные эксперименты; панельная эконометрика; инструментальные переменные; методы разностей; причинное машинное обучение; оценка результатов конкретных государственных программ. Объяснимый ИИ располагается до этого этапа. Его задача — показать, какую гипотезу целесообразно проверять. Например, если во многих округах высокий вклад инфраструктурного блока устойчиво связан с превышением фактической бедности над ожидаемой, возникает исследовательская гипотеза: H: инфраструктурное ограничение ослабляет передачу ресурсного потенциала в экономический и социальный результат. Дальше гипотеза должна быть проверена независимо. Это значительно более строгая последовательность, чем: алгоритм → важный фактор → рекомендация. Кроме того, объяснение зависит от набора признаков. Предположим модель содержит: протяжённость дорог; время до рынка; стоимость перевозки; урбанизацию. Все четыре переменные коррелируют. Вклад между ними способен распределяться по-разному в зависимости от способа расчёта объяснений и поведения модели. Если исследователь возьмёт только абсолютное значение SHAP и объявит один показатель «главной причиной», вывод будет слишком сильным. Именно поэтому в настоящей работе предлагается переносить интерпретацию с отдельных сильно коррелирующих признаков на функциональные блоки. Это особенно важно для региональной экономики [1,2,3,4,6].

Объект управления обычно представляет не конкретную статистическую переменную, а систему. Не показатель «расстояние 37 км». А транспортную доступность территории. Не долю выпускников отдельно. А способность человеческого капитала соответствовать экономическому спросу. Так объяснение приближается к реальной управленческой структуре. Современные исследования подтверждают значимость такой осторожности. Работа 2025 г., посвящённая интерпретируемости карт бедности на основе данных дистанционного наблюдения, показывает, что прогнозные системы способны давать полезные оценки, но при этом недостаточно отражать локальные причины и контекст бедности; особенно это проявляется в моделях, распространяемых на разные страны и территории. Аналогично исследование показателей для оценки бедности в сельских, переходных и городских районах продемонстрировало, что один и тот же пространственный признак может иметь различное направление и значение в разных территориальных условиях. Следовательно: глобальная важность признака не является универсальным территориальным законом. Для регионального управления необходимо одновременно анализировать общую и локальную логику модели [2-4,9,10].

Стандартный подход к объяснению модели формирует ранжирование отдельных признаков. Например: доход; дорожная доступность; образование; неформальная занятость; плотность населения. Такое ранжирование полезно для анализа алгоритма. Но для разработанной в диссертации инженерной модели оно слишком фрагментарно. Предлагается использовать функциональные блоки.

Пусть множество признаков модели: $X = \{x_1, x_2, ..., x\}$. Каждый признак относится к одному из блоков: B_1 — ресурсный; B_2 — инфраструктурный; B_3 — человеческий капитал; B_4 — институциональный; B_5 — экономический; B_6 — трудовой; B_7 — социально-демографический; B_8 — внешний и шоковый. Для конкретного округа *i* рассчитываются

SHAP-значения: φ_{i1}, φ_{i2}, ..., φ_i. Совокупный вклад блока *b*: $\Phi_{i\beta} = \Sigma \in B_\beta \varphi_i$. Тогда прогноз: $\hat{y}_i = \varphi_0 + \Sigma_\beta \Phi_{i\beta}$. Получается объяснительный профиль территории: $ОП_i = \{\Phi_{i1}; \Phi_{i2}; ...; \Phi_{i8}\}$. Это принципиально иной результат. Вместо длинного списка признаков мы получаем структуру: ресурсный блок: –2,1 п.п.; инфраструктурный: +7,4 п.п.; человеческий капитал: +3,2 п.п.; экономический: –4,0 п.п.; трудовой: +8,1 п.п.; прочие блоки: +1,6 п.п. Числа здесь являются условным примером. Но их экономический смысл значительно понятнее. Модель сообщает: ресурсная и экономическая позиции округа уменьшают ожидаемую бедность; инфраструктурные и трудовые характеристики увеличивают её. Возникает конкретная гипотеза: проблема, вероятно, находится не в отсутствии исходных возможностей и не в объёме хозяйственной активности, а в доступности и способе передачи экономического результата населению. Это уже можно сопоставить с ранее введёнными G_1, G_2 и G_3. Если: экономический блок благоприятен; трудовой блок выраженно неблагоприятен; социальный результат слаб, возможен высокий G_3. Если: ресурсный блок благоприятен; инфраструктурный резко неблагоприятен; экономический результат ниже ожидаемого, вероятно наличие инфраструктурно-производственного ограничения внутри $\mathbf{G_1}$. Так объяснимый ИИ перестаёт существовать отдельно от экономической теории. Он становится способом проверки согласованности диагностического контура. Доминирующий диагностический блок. Предлагается определить: $DDB_i = argmax_\beta |\Phi_i$. с учётом направления вклада. То есть определяется блок, который наиболее сильно изменяет прогноз конкретной территории. Но объявлять его «главной причиной бедности» нельзя. Корректная формулировка: «данный блок вносит наибольший вклад в прогноз выбранной модели для данного округа». Это длиннее. Но научно точнее. Дополнительно можно определить долю абсолютного вклада: $S_{i\beta} = |\Phi_{i\beta}| / \Sigma_r|\Phi_{ir}|$. Она показывает относительную модельную значимость блока в конкретном прогнозе. Если: S_i,труд = 0,42, 42% суммарного абсолютного объяснительного вклада приходится на трудовой блок. Но и этот показатель остаётся характеристикой модели. Преимущество блочной интерпретации. Первое преимущество — снижение проблемы коррелирующих признаков. Если дорожная плотность и время доступа частично заменяют друг друга в модели, их индивидуальные SHAP-значения могут меняться. Но если оба показателя принадлежат инфраструктурному блоку, совокупный сигнал способен быть значительно устойчивее. Второе — управленческая интерпретируемость. Руководителю важнее понять, что ограничение находится в системе занятости, чем узнать, что переменная №17 имеет значение 0,083. Третье — сопоставимость между моделями. Случайный лес и градиентное усиление могут по-разному распределять вклад между отдельными показателями, но приходить к сходному выводу на уровне функционального блока. Тогда различие алгоритмов перестаёт разрушать экономическую интерпретацию. Четвёртое — связь с предыдущими индексами. ИРП, КИС, КСК, IPC и ИКТИ уже имеют определённый экономический смысл. Объяснимый ИИ начинает работать внутри существующей системы, а не создавать параллельный набор условных факторов[1-4,27].

Таблица 1 – Аналитическая карта функциональных блоков объяснимой модели

Блок	Содержание диагностики	Индикатор XAI	Исследовательский вопрос
Ресурсный	Природный и производственный потенциал	Φ_i,рес; S_i,рес	Имеется ли исходная ресурсная база для развития?
Инфраструктурный	Транспорт, энергия, вода, цифровая связанность	Φ_i,инф; КИС	Ограничивает ли доступность преобразование ресурсов в результат?

Блок	Содержание диагностики	Индикатор XAI	Исследовательский вопрос
Человеческий капитал	Образование, навыки, соответствие спросу	$Ф_i$,чк; КСК	Соответствуют ли компетенции структуре экономики?
Институциональный	Планирование, финансирование, исполнение	$Ф_i$,инст; IPC	Способны ли институты реализовать потенциал территории?
Экономический	Инвестиции, технологии, добавленная стоимость	$Ф_i$,экон; G_1	Преобразуется ли доступный ресурс в экономическую активность?
Трудовой	Занятость, доход, формальность, качество включения	$Ф_i$,труд; ИКТИ; G_2/G_3	Передаётся ли экономический результат населению через труд?
Социальный	Благосостояние и устойчивость домохозяйств	$Ф_i$,соц; УРСР	Почему социальный результат отклоняется от ожидаемого?
Шоковый	Климат, цены, чрезвычайные события	$Ф_i$,шок	Не является ли отклонение следствием внешнего шока?

Таблица переводит статью из процедурной логики «рассчитать SHAP» в исследовательскую логику «локализовать функциональный разрыв». Единицей интерпретации становится не отдельная переменная, а экономически осмысленный блок; именно на этом уровне формируется проверяемая гипотеза. Такой переход снижает риск ложной причинной трактовки коррелирующих признаков [1,2,4].

Прогноз модели может быть устойчивым, а его объяснение — нестабильным. Это особенно важная проблема. Предположим две модели прогнозируют для округа бедность: модель А — 57%; модель В — 58%. С точки зрения результата они практически согласованы. Но модель А считает главным негативным блоком инфраструктуру. Модель В — качество занятости. Для государственного решения это уже не одно и то же. Следовательно, точность прогноза не гарантирует устойчивость его интерпретации. Поэтому объяснение также необходимо проверять. Коэффициент устойчивости объяснения. Пусть выполняется K допустимых повторов анализа: различные обучающие выборки; различные периоды; разумные гиперпараметры; несколько моделей. Для каждого повтора определяется доминирующий блок. Тогда: $КУО_i = \max_\beta(n_{i\beta} / K)$, где: КУО — коэффициент устойчивости объяснения; $n_{i\beta}$ — число повторов, в которых блок *b* является доминирующим [2-4]. Если: КУО = 0,90, в 90% допустимых спецификаций модель указывает на один и тот же блок. Диагностический сигнал устойчив. Если: КУО = 0,38, объяснение сильно зависит от методики. В таком случае нельзя уверенно утверждать, что выявлен конкретный узел. Это не недостаток анализа. Это полезная информация. Она означает: данные пока не позволяют надёжно локализовать ограничение. Такой вывод значительно лучше ложной уверенности.

Таблица 2 – Шкала исследовательской надёжности объяснения

КУО	МСО	Статус сигнала	Допустимая интерпретация	Управленческое действие
≥ 0,80	≥ 0,70	Устойчивый	Сильная диагностическая гипотеза	Переход к независимой причинной проверке

КУО	МСО	Статус сигнала	Допустимая интерпретация	Управленческое действие
0,60–0,79	0,40–0,69	Умеренно устойчивый	Рабочая гипотеза	Дополнительные спецификации и локальная проверка
< 0,60	любое	Неустойчивый	Механизм не локализован	Не использовать как основание для политики
любое	< 0,40	Межмодельное расхождение	Алгоритмы объясняют прогноз по-разному	Аудит данных, признаков и модельной спецификации

Предлагаемые пороги являются исследовательской шкалой автора, а не универсальным нормативом. Их назначение — дисциплинировать переход от модельного объяснения к управленческому выводу: высокая точность прогноза без устойчивости объяснения не считается достаточным основанием для вмешательства.

Межмодельное согласие. Дополнительно предлагается сравнивать объяснения различных алгоритмов. Пусть для каждого округа существуют блочные векторы: $ОП_i^A$ и $ОП_i^B$. Можно рассчитывать коэффициент корреляции между ними либо сходство рангов блоков. Обозначим: $МСО_i = corr(ОП_i^A, ОП_i^B)$

где: МСО — межмодельное согласие объяснений. Высокое значение означает: разные алгоритмы приходят к похожей структуре объяснения. Низкое: прогноз может быть похожим, но внутренняя логика различается. Если эконометрическая модель, случайный лес и градиентное усиление все указывают на трудовой блок как на основное отклонение конкретной территории, доверие к исследовательской гипотезе увеличивается. Если каждый метод выделяет разные факторы, необходимо продолжить диагностику. Устойчивость во времени. Региональная экономика динамична. Поэтому важна ещё одна характеристика:

$ОП_i,t$. Например: 2020 г. — основной негативный блок инфраструктурный; 2021 г. — инфраструктурный; 2022 г. — трудовой; 2023 г. — трудовой. Такой переход может быть очень содержательным. Он потенциально означает, что инфраструктурное ограничение ослабло, после чего проявилось следующее ограничение — качество трудового включения. Вспомним ранее введённый принцип: развитие не всегда устраняет ограничение; иногда оно перемещает слабый узел дальше по цепи. Объяснимый ИИ позволяе т это увидеть. Получается: $DDB_i,t \rightarrow DDB_i,t+1$. То есть можно анализировать не только тип территории, но и траекторию доминирующего ограничения. Это представляет значительную научную ценность. Предположим, государство инвестирует в транспортную инфраструктуру. Через несколько лет модель показывает: вклад инфраструктурного блока в прогноз бедности снизился; экономический результат вырос; но возрастает влияние несоответствия компетенций. Следующий этап политики становится очевиднее: инвестиционная инфраструктура уже не главный узел; требуется работа с человеческим капиталом. Так объяснимый ИИ потенциально помогает отслеживать смену приоритетов развития. Объяснение аномалии, а не только уровня бедности. Ещё более содержательный вариант — объяснять не сам уровень бедности, а УРСР, то есть отклонение фактического результата от ожидаемого. Тогда целевая переменная: $Y_i = УРСР_i$. Модель отвечает: почему этот округ демонстрирует результат хуже или лучше ожидаемого при сопоставимых условиях? Так снижается риск получения тривиальных объяснений. Если прогнозировать абсолютную бедность, самым важным признаком может оказаться предыдущая бедность. Это математически логично. Но управленчески малоинформативно. Если же прогнозируется отклонение от ожидаемой траектории, модель вынуждена искать: что именно делает территорию нетипичной [2-4].

Одна и та же переменная способна иметь различное значение в разных частях Кении. Например, высокая плотность населения в городской агломерации может означать: большой

рынок; короткие расстояния; доступ к услугам; плотность предприятий. В иной территории высокая локальная плотность населения способна создавать: нагрузку на землю; дефицит инфраструктуры; ухудшение жилищных условий. Следовательно: одинаковое значение признака ≠ одинаковый экономический механизм [14].

Это особенно важно для объяснимого ИИ. Глобальный график зависимости может показать усреднённую закономерность, которой фактически нет ни в одном отдельном типе территории. Современные исследования подтверждают это ограничение. В работе 2025 г. по оценке бедности с использованием территориальных признаков показано, что, например, характеристики растительности могут иметь различный смысл в сельской и городской среде; авторы подчёркивают необходимость учитывать пространственную гранулярность и локальный контекст. Исследование 2025 г. по интерпретируемости карт бедности на основе дистанционного наблюдения также предупреждает, что крупные модели, обученные на нескольких странах или территориях, могут сглаживать местные механизмы бедности. Это имеет прямое отношение к Кении. 47 округов нельзя рассматривать как однородные статистические единицы. Они различаются: урбанизацией; климатом; плотностью населения; структурой экономики; доступностью рынков; природными ресурсами; характером занятости. Поэтому предлагается двухуровневая интерпретация. Первый уровень: общенациональное объяснение. Оно показывает закономерности, характерные для всей выборки. Второй: типологически-локальное объяснение. Округ сравнивается прежде всего с территориями сходного типа. Например, объяснение Turkana относительно Nairobi может быть значительно менее содержательным, чем объяснение Turkana относительно группы территорий со сходной плотностью, климатической уязвимостью и экономической структурой. Это приводит к идее локальной базовой линии. В обычном SHAP базовое значение связано со средней прогнозной характеристикой выбранного массива. Но для диагностического управления полезно иметь: национальную базу и типологическую базу. Тогда можно получить два вопроса. Первый: почему бедность округа отличается от среднего по Кении? Второй: почему она отличается от сопоставимых по структуре территорий? Второй вопрос значительно ближе к понятию УРСР. Пространственные взаимодействия. Следует учитывать и влияние соседей. Дорога в Kiambu способна менять доступ к Nairobi. Трудовой рынок Nairobi способен влиять на доходы домохозяйств соседних округов. Инфраструктура одной территории может создавать эффект другой. Если алгоритм рассматривает каждый округ как независимый объект, часть этих связей окажется скрытой. Поэтому объяснительная система должна учитывать: характеристики самого округа; характеристики соседних территорий; пространственно взвешенные показатели. Например: $WX_i = \Sigma w_i X$**.** После этого SHAP-анализ способен показать, что прогноз формируется не только внутренней инфраструктурой округа, но и близостью к экономически сильным соседям. Так появляется различие: внутренний ресурс развития и доступ к внешнему территориальному ресурсу. Это особенно важно для анализа агломерационных эффектов [1-[4,9].

Проблема агрегирования. Даже county-level модель имеет ограничения. Средний показатель округа способен скрывать значительные внутренние различия. Nairobi City имеет относительно низкий официальный уровень бедности в сравнении со многими другими округами, но внутри города существуют территории с совершенно разными условиями. Поэтому объяснение: «Nairobi характеризуется высоким цифровым доступом» не означает, что это верно для каждого домохозяйства и каждой части города. Чем ниже территориальный уровень анализа, тем выше потенциальная диагностическая точность. Но одновременно растут: требования к данным; риски конфиденциальности; ошибка измерения; сложность интерпретации. Следовательно, масштаб анализа должен соответствовать цели. Для нас округ остаётся базовой единицей, поскольку именно 47 county governments представляют содержательный уровень регионального управления. Но модель должна честно фиксировать, что внутриокружная неоднородность остаётся за пределами части расчётов[2-4].

Самая важная часть предлагаемой модели начинается после завершения SHAP-анализа. Пусть алгоритм установил: доминирующий негативный блок — инфраструктурный. Что делать дальше? Неправильный ответ: строить инфраструктуру. Правильный: проверить инфраструктурную гипотезу. Предлагается следующий инженерный протокол. Этап 1. Прогноз. Модель оценивает ожидаемый социальный результат. Например: $\hat{P}_i = 55\%$. Этап 2. Объяснение. Рассчитывается ОП. Допустим: ресурсный блок: –4; инфраструктурный: +9; человеческий капитал: +2; экономический: –3; трудовой: +5. Этап 3. Проверка устойчивости. КУО = 0,84. Несколько моделей также показывают высокую роль инфраструктуры. Этап 4. Сопоставление с инженерным контуром. Проверяется КИС. Выявляется конкретный инфраструктурный узел. Например: транспортная доступность высока; цифровая средняя; энергетическая связанность критически низкая. То есть проблема уточняется: не инфраструктура вообще, а энергетическая способность поддержать производственный процесс. Этап 5. Формирование экономической гипотезы. Например: H_1: недостаточная надёжность энергоснабжения ограничивает преобразование доступного ресурсного потенциала округа в производительную экономическую деятельность. Этап 6. Независимая проверка. [1,27]. Изучаются: динамика подключений; отключения; производственные показатели; инвестиции; поведение предприятий; аналогичные округа. Этап 7. Проверка альтернатив. Возможно, слабый экономический результат объясняется не энергией, а: отсутствием капитала; малой ёмкостью рынка; нехваткой компетенций. Этап 8. Только после проверки — управленческое решение. Таким образом: прогноз → объяснение → локализация → гипотеза → проверка → решение. Это предлагается считать основной архитектурой объяснимого диагностического управления. Матрица диагностического перехода. Можно представить её следующим образом [2-4]

Таблица 3 – Матрица диагностического перехода.

Объяснительный блок	Возможный слабый узел	Что требуется проверить
Ресурсный	ограниченная ресурсная база	достоверность ИРП и ресурсных слоёв
Инфраструктурный	КИС	транспорт, энергия, вода, цифровой и рыночный доступ
Человеческий капитал	КСК	структура навыков и спроса
Институциональный	IPC	планирование, финансирование, исполнение
Экономический	G_1	инвестиции, технологии, структура добавленной стоимости
Трудовой	G_2/G_3	занятость, ИКТИ, доход и неформальность
Социальный	устойчивость домохозяйств	распределение, трансферты, структура потребления
Шоковый	внешнее воздействие	климат, цены, чрезвычайные события

Именно такая таблица связывает ИИ с ранее разработанной системой. Алгоритм не создаёт новый язык управления. Он переводит обнаруженные закономерности в уже существующую инженерную архитектуру.

Таблица 4 – Переход от процедурного результата к научному результату статьи

Процедурный результат	Недостаток	Предлагаемое усиление	Научный результат
Ранжирование SHAP-признаков	Не доказывает причинность	Агрегирование в функциональные блоки	Объяснительный профиль территории (ОП)
Один доминирующий фактор	Чувствительность к выборке и модели	КУО и МСО	Измеренная устойчивость диагностического сигнала
Единая модель для 47 округов	Сглаживание локального контекста	Национальная + типологическая база	Локально релевантное объяснение
Контрфактическое изменение X	Может быть нереализуемо	Проверка причинности, стоимости и институциональной реализуемости	Сценарная, а не автоматическая рекомендация
Прогноз бедности	Фиксирует уровень, но не аномалию	Моделирование УРСР	Объяснение отклонения от ожидаемого результата

Усиленная конструкция статьи меняет объект исследования: вместо процедуры интерпретации алгоритма исследуется надёжность перехода от модельного сигнала к экономической гипотезе. Это позволяет позиционировать работу как методологическое исследование региональной диагностики, а не как техническое описание SHAP.

Контрфактические объяснения. Дополнительным инструментом могут стать контрфактические объяснения. Они отвечают: какое минимальное изменение входных параметров модели изменило бы прогноз? Например: если КИС увеличится с 0,42 до 0,55 при прочих модельных условиях, прогноз бедности снизится ниже заданного порога. Такой результат выглядит чрезвычайно привлекательным для политики.

Но его необходимо интерпретировать ещё осторожнее, чем SHAP. Контрфактическое изменение модели не является обещанием экономического результата. Оно означает: при такой комбинации признаков модель прогнозировала бы другое состояние [1-4,27].

Чтобы превратить это в реальный сценарий, необходимо установить: можно ли изменить показатель; какова стоимость изменения; что произойдёт с другими переменными; существует ли причинный механизм. Например, невозможно административно увеличить КСК на 0,1 за один месяц. За коэффициентом стоят: образование; подготовка; опыт; миграция работников; структура предприятий. Следовательно, любое модельное изменение должно проходить через проверку физической и институциональной реализуемости. Это ещё один важный инженерный принцип. ИИ работает в пространстве чисел. Государство — в пространстве ограничений. Между ними необходим перевод. Правовая и институциональная граница. Для Кении вопрос объяснимости имеет не только научное значение. Статья 35 Data Protection Act закрепляет право человека не подвергаться решению, основанному исключительно на автоматизированной обработке, если оно создаёт юридические либо иные существенные последствия. Закон также предусматривает возможность потребовать пересмотра такого решения человеком [2-4,20].

Data Protection (General) Regulations требуют при автоматизированном принятии решений предоставлять содержательную информацию о логике обработки, обеспечивать

прозрачность и справедливость, снижать риск ошибок и дискриминационных эффектов и предусматривать человеческое вмешательство [21,25,26].

В августе 2026 г. Office of the Data Protection Commissioner вынес на общественное обсуждение проекты отдельных рекомендаций по искусственному интеллекту, новым технологиям и технологиям повышения конфиденциальности; срок предоставления комментариев был установлен до 17 августа 2026 г. На дату подготовки настоящей статьи эти документы следует рассматривать именно как проекты рекомендаций, а не как окончательно утверждённые нормы. Это поддерживает выбранную архитектуру исследования [24]. Предлагаемая модель не должна автоматически решать: кому предоставить пособие; кому отказать; какое домохозяйство признать неблагонадёжным. Основной уровень применения — территориальная диагностика. ИИ помогает понять структуру проблем округа. Решение остаётся за институциональной системой. Журнал объяснения. Для государственного применения предлагается сохранять для каждого аналитического запуска: версию данных; версию модели; период обучения; качество прогноза; ОП; КУО; МСО; выявленную гипотезу; решение эксперта; последующий результат. Так создаётся журнал диагностических решений. Это особенно важно для обучения системы во времени. Через несколько лет можно проверить: какие модельные сигналы действительно приводили к полезным гипотезам; какие систематически оказывались ложными; какие решения дали ожидаемый результат. То есть государство начинает оценивать не только точность ИИ, но и точность собственного использования ИИ. Это принципиально более зрелый уровень управления.

Объяснимый искусственный интеллект часто воспринимается как решение проблемы непрозрачности сложных алгоритмов. Предполагается, что если модель способна показать важность признаков или разложить конкретный прогноз на отдельные составляющие, результат становится понятным и пригодным для государственного управления [2-5].

Настоящее исследование показывает, что этого недостаточно. Объяснимость сама по себе не устраняет методологические ограничения машинного обучения. Она только делает видимой внутреннюю логику модели. Если алгоритм построен на неполных данных, объяснение будет содержательно неполным. Если обучение воспроизводит историческую структуру неравенства, объяснение способно убедительно показать, как именно модель воспроизводит это неравенство. Если коррелирующие признаки заменяют друг друга, индивидуальные оценки их вклада способны быть нестабильными. Поэтому центральный принцип статьи формулируется следующим образом: объяснение прогноза не является автоматическим объяснением социально-экономического механизма. Значение SHAP отвечает: «почему алгоритм сформировал такой прогноз?» Экономическое исследование должно ответить: «почему реальная территория пришла к такому результату?» Причинный анализ: «что изменится после конкретного вмешательства?». И наконец управление: «следует ли государству осуществлять это вмешательство с учётом стоимости, рисков и альтернатив?» Это четыре различных вопроса. Смешивание их создаёт одну из наиболее серьёзных опасностей современного применения ИИ в публичной политике. Поэтому в статье сформирована последовательность: прогноз → модельное объяснение → экономическая интерпретация → гипотеза → причинная проверка → управленческое решение. Именно наличие промежуточных этапов делает использование ИИ научно ответственным. Вторым существенным результатом является переход от объяснения отдельных признаков к блочно-функциональной интерпретации. Региональная экономика представляет собой систему. Поэтому объяснение, сведённое к десяткам разрозненных признаков, плохо соответствует реальной архитектуре управления. Разработанный объяснительный профиль объединяет переменные в функциональные блоки: ресурсный; инфраструктурный; кадровый; институциональный; экономический; трудовой; социальный; внешний. Так модель способна сообщить не просто: «расстояние до рынка является важным показателем», а: «инфраструктурный блок формирует основную часть отрицательного отклонения данной территории». После этого ранее разработанная инженерная система позволяет перейти

глубже: транспорт? энергия? вода? цифровая связь? рыночная логистика? То есть ИИ определяет зону поиска, а предметная диагностика — конкретный узел. Это значительно более продуктивное разделение труда между алгоритмом и человеком. Третьим научным результатом является введение коэффициента устойчивости объяснения. В практике применения ИИ существует склонность представлять одну диаграмму SHAP как окончательную картину факторов. Но если небольшое изменение выборки переставляет факторы местами, такой вывод не должен становиться основой политики. Устойчивость объяснения должна проверяться так же строго, как прогнозная точность [1-6].

Если несколько периодов, различные модели и разумные спецификации указывают на один и тот же функциональный блок, исследовательская гипотеза становится значительно сильнее. Если объяснения противоречат друг другу, правильным результатом является не выбор наиболее удобной диаграммы, а признание: механизм пока не идентифицирован достаточно надёжно. Это не слабость науки. Это защита от ложной уверенности. Четвёртый результат связан с временной природой диагностического ограничения. Ранее в исследовании была сформулирована идея перемещения слабого узла региональной системы. Настоящая статья даёт инструмент для его наблюдения. Если в раннем периоде главным неблагоприятным блоком является инфраструктура, а после строительства сети её вклад уменьшается и начинает доминировать дефицит компетенций, это может означать, что система действительно перешла на следующую стадию ограничения.

Именно поэтому: $DDB_{i},t \rightarrow DDB_{i},t+1$ становится самостоятельной характеристикой территориального развития. В традиционном мониторинге государство видит: построено столько километров дороги; подключено столько объектов; обучено столько работников. Объяснимая диагностическая система задаёт другой вопрос: изменился ли после этого механизм, ограничивающий социально-экономический результат территории? Это намного более высокий уровень оценки. Пятый результат касается пространственного контекста[2-4,15,16].

Исследования последних лет подтверждают, что использование ИИ для картирования бедности действительно расширяет аналитические возможности, но универсальные закономерности необходимо интерпретировать осторожно. Локальные признаки могут иметь различный экономический смысл в сельской, городской и переходной среде. Более того, модели бедности, построенные на данных дистанционного наблюдения, способны недооценивать сложность местного контекста, особенно при переносе между странами или крупными территориями[2-4,9,10,12,13].

Для Кении это означает необходимость отказа от единой логики: «один фактор — одно направление воздействия во всех 47 округах». Национальная модель должна дополняться типологически локальной интерпретацией. Особенно перспективным представляется сопоставление округа не со средним по стране, а с территориально и структурно близкой группой. Тогда исследовательский вопрос меняется. Не: «почему Turkana отличается от Nairobi?» а: «почему Turkana демонстрирует результат хуже или лучше, чем можно ожидать для территории с сопоставимой географией, ресурсной структурой и инфраструктурными условиями?» Это значительно ближе к концепции УРСР и повышает содержательность объяснения. Шестой результат связан с правовой архитектурой. Кения уже располагает нормами, ограничивающими исключительно автоматизированные индивидуальные решения и требующими прозрачности, снижения ошибок, предотвращения дискриминационных последствий и возможности человеческого вмешательства. Национальная AI Strategy 2025–2030 и её план реализации также связывают развитие ИИ с управлением данными, прозрачностью, инклюзивностью и формированием институциональных механизмов доверия[2-4,11,17,18].

Поэтому разработанная диссертационная модель не должна строиться по схеме: данные → алгоритм → государственное решение. Предлагается более ответственная архитектура: данные → модель → прогноз → объяснение → проверка устойчивости → экономическая

гипотеза → экспертная проверка → управленческое решение → контроль результата. Именно сохранение человека и институциональной ответственности внутри этого контура принципиально. Особого внимания заслуживают контрфактические объяснения. Технически они способны показать, какое изменение входных показателей изменило бы прогноз модели. Для государственного управления это чрезвычайно привлекательная функция. Но она не должна превращаться в автоматическую рекомендацию. Если алгоритм показывает: «при увеличении КИС с 0,40 до 0,60 бедность прогнозируется ниже», следующий вопрос не: «как увеличить КИС?» а сначала: «существует ли доказанный экономический механизм, делающий такое изменение реальным и социально результативным?»

После этого: какая инфраструктура; какова стоимость; какой период; существует ли человеческий капитал; есть ли спрос; не возникнет ли другое ограничение. Так контрфактическое объяснение превращается не в готовое решение, а в сценарную гипотезу. Это соответствует всей логике инженерии регионального развития, разработанной в серии статей. Каждый следующий уровень не отменяет предыдущий. Он уточняет его. Ресурсный потенциал не отменяет инфраструктуру. Инфраструктура не отменяет компетенции. Компетенции не гарантируют качественную занятость. Работа не гарантирует устойчивое благосостояние. Прогноз ИИ не гарантирует правильного объяснения. Объяснение не гарантирует причинности. Причинность ещё не гарантирует экономической целесообразности управленческого вмешательства. Именно сохранение этих границ делает модель научно устойчивой. После настоящей статьи общая архитектура исследования приобретает ещё один уровень.

Базовый территориальный механизм: ИРП → КИС → ЭДРП → КСК → ПДРП → экономическая активность → занятость → ИКТИ → благосостояние → УРСР. Прогнозный уровень: данные → эконометрика / машинное обучение → прогноз. Объяснительный уровень: прогноз → SHAP → ОП → DDB → КУО → МСО. Исследовательский уровень: объяснение → экономическая гипотеза → причинная проверка. Управленческий уровень: подтверждённый механизм → мера воздействия → реализация → мониторинг → новые данные. Получается не отдельная модель ИИ. Формируется замкнутая интеллектуальная система региональной диагностики. И именно в этом состоит наиболее существенный авторский результат статьи. ИИ перестаёт быть инструментом, который должен «объяснить бедность». Такую задачу нельзя передать одному алгоритму. Его реальная функция значительно точнее: обнаружить устойчивое отклонение, показать, какой функциональный блок формирует прогноз, и помочь исследователю сформулировать следующий проверяемый вопрос. Поэтому главным продуктом объяснимого ИИ в региональном управлении должен быть не список «причин бедности». Главным продуктом является структурированная диагностическая гипотеза с измеренной степенью уверенности. Именно такая постановка позволяет перейти от непрозрачного машинного прогноза к научно проверяемой и институционально ответственной системе управления региональным развитием [1-5,8].

Таблица 5 – Система авторских результатов и критериев их проверки

Авторский результат	Формализация	Что проверяется	Критерий содержательной состоятельности
Объяснительный профиль	$ОП_i=\{Ф_i1…Ф_i8\}$	Структура вклада блоков	Экономическая интерпретируемость и повторяемость
Доминирующий блок	$DDB_i=argmax\|Ф_ib\|$	Локализация главного модельного сигнала	Согласованность с диагностическим контуром

Авторский результат	Формализация	Что проверяется	Критерий содержательной состоятельности
Устойчивость объяснения	$КУО_i=max(n_ib/K)$	Чувствительность к спецификациям	Сохранение доминирующего блока
Межмодельное согласие	$МСО_i=corr(ОП_i^A,ОП_i^B)$	Сходство логики разных алгоритмов	Высокое сходство блочных профилей
Траектория ограничения	$DDB_i,t→DDB_i,t+1$	Смена слабого узла во времени	Экономически объяснимая динамика
Диагностическая гипотеза	XAI→H→causal test	Отделение объяснения от причинности	Независимое подтверждение механизма

Эта таблица концентрирует научную новизну статьи и делает её проверяемой: каждому авторскому понятию соответствует формализация, объект проверки и критерий состоятельности. Тем самым результаты можно воспроизвести на данных 47 округов Кении и сопоставить между периодами [17-19,22,23].

ЛИТЕРАТУРА

1. Lundberg S.M., Lee S.I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30.
2. Molnar C. Interpretable Machine Learning. 2nd ed. 2022.
3. Ribeiro M.T., Singh S., Guestrin C. "Why Should I Trust You?" Explaining the Predictions of Any Classifier. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2016. P. 1135–1144.
4. Doshi-Velez F., Kim B. Towards a Rigorous Science of Interpretable Machine Learning. 2017.
5. Rudin C. Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead. Nature Machine Intelligence. 2019. Vol. 1. P. 206–215.
6. Athey S. The Impact of Machine Learning on Economics. In: The Economics of Artificial Intelligence. University of Chicago Press, 2019.
7. Mullainathan S., Spiess J. Machine Learning: An Applied Econometric Approach. Journal of Economic Perspectives. 2017. Vol. 31. No. 2. P. 87–106.
8. Varian H.R. Big Data: New Tricks for Econometrics. Journal of Economic Perspectives. 2014. Vol. 28. No. 2. P. 3–28.
9. Jean N., Burke M., Xie M., Davis W.M., Lobell D.B., Ermon S. Combining Satellite Imagery and Machine Learning to Predict Poverty. Science. 2016. Vol. 353. No. 6301. P. 790–794.
10. Yeh C., Perez A., Driscoll A. et al. Using Publicly Available Satellite Imagery and Deep Learning to Understand Economic Well-Being in Africa. Nature Communications. 2020. Vol. 11. 2583.
11. Blumenstock J., Cadamuro G., On R. Predicting Poverty and Wealth from Mobile Phone Metadata. Science. 2015. Vol. 350. No. 6264. P. 1073–1076.
12. Hall O., Dompae F., Wahab I., Dzanku F.M. A Review of Machine Learning and Satellite Imagery for Poverty Prediction: Implications for Development Research and Applications. Journal of International Development. 2023. Vol. 35. P. 1753–1768.
13. A Perspective on the Interpretability of Poverty Maps Derived from Earth Observation. Science of Remote Sensing. 2025. Vol. 12. Article 100298.
14. Mariyah S., Wobcke W. Evaluating Area-Level Features for Proxy Means Test Models: Evidence from Rural, Semi-Urban and Urban Districts in Poverty Targeting. Journal of Computational Social Science. 2025. Vol. 8. Article 74.

15. Budría S., Fermé E., Freitas D.N. Unveiling Energy Poverty Trajectories: A Longitudinal Analysis Using Machine Learning. Energy Strategy Reviews. 2025. Vol. 62. Article 101998.
16. Exploring Machine Learning Trends in Poverty Mapping: A Review and Meta-Analysis. Science of Remote Sensing. 2025. Vol. 11. Article 100200.
17. Kenya National Bureau of Statistics. The Kenya Poverty Report 2022. Nairobi: KNBS, 2024.
18. Kenya National Bureau of Statistics. 2025 Gross County Product. Nairobi: KNBS, 2025.
19. World Bank. Kenya Poverty and Equity Assessment 2023: From Poverty to Prosperity — Making Growth More Inclusive. Washington, DC: World Bank, 2023.
20. Government of Kenya. Data Protection Act, No. 24 of 2019. Kenya Law.
21. Government of Kenya. Data Protection (General) Regulations, 2021. Kenya Law.
22. Ministry of Information, Communications and the Digital Economy. Kenya AI Strategy 2025–2030. Nairobi: Government of Kenya, 2025.
23. Ministry of Information, Communications and the Digital Economy. Kenya AI Strategy 2025–2030 Implementation Roadmap. Nairobi: Government of Kenya.
24. Office of the Data Protection Commissioner. Draft Guidance Note on Artificial Intelligence. Nairobi: ODPC, 2026.
25. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris: UNESCO, 2021
26. OECD. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. Paris: OECD.
27. Shapley L.S. A Value for n-Person Games. Contributions to the Theory of Games. Princeton University Press, 1953.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089550

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: ИНЖЕНЕРНАЯ АРХИТЕКТУРА ДЛЯ 47 ОКРУГОВ КЕНИИ

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

THUKU HARRISON
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *Региональное управление традиционно строится вокруг оценки достигнутых показателей, разработки планов развития, распределения бюджетных ресурсов и последующего контроля исполнения мероприятий. Такая система позволяет фиксировать состояние территории, однако значительно слабее отвечает на вопрос о причинах отклонения фактического социально-экономического результата от потенциально достижимого. Высокая бедность, недостаточный экономический рост, слабая занятость или низкая инвестиционная активность могут быть следствием принципиально различных ограничений: недостаточной ресурсной базы, инфраструктурной изоляции, несоответствия профессиональных компетенций, институциональных разрывов, слабой локализации добавленной стоимости, низкого качества занятости либо воздействия внешних шоков. Следовательно, одинаковый наблюдаемый результат не должен автоматически порождать одинаковое управленческое решение[1, 3, 10,15,16, 17].*

В статье разработана интегрированная диагностическая модель управления ресурсным потенциалом регионов на основе данных и искусственного интеллекта применительно к 47 округам Кении. В отличие от модели управления, основанной преимущественно на мониторинге конечных показателей, предлагается рассматривать территорию как последовательную систему преобразования возможностей:

ресурсный потенциал → инфраструктурная доступность → кадровая реализуемость → экономическая активность → трудовое включение → доход → благосостояние населения.

Каждый переход рассматривается как самостоятельный функциональный участок, имеющий вход, выход, ожидаемый результат, фактический результат и потенциальный разрыв. Это позволяет перейти от общего вывода «округ развивается недостаточно эффективно» к локализации конкретного слабого узла.

В модель интегрированы показатели: индекс ресурсного потенциала (ИРП), коэффициент инфраструктурной связанности (КИС), экономически доступный ресурсный потенциал (ЭДРП), коэффициент соответствия компетенций (КСК), продуктивно доступный ресурсный потенциал (ПДРП), индекс качества трудового включения (ИКТИ), институциональная пропускная способность (IPC), условный ресурсно-социальный разрыв (УРСР), а также каскад функциональных разрывов G_1–G_3. На их основе формируется диагностический паспорт округа, отражающий не только достигнутый уровень развития, но и конфигурацию механизма, который этот результат сформировал. [15,16,17,31]

Предлагается принципиально разделять пять аналитических операций: наблюдение, диагностику, прогнозирование, объяснение и выбор воздействия. Искусственный интеллект

используется прежде всего для выявления нелинейных взаимодействий, территориальных аномалий, изменения слабого узла и устойчивых отклонений фактической траектории от ожидаемой. При этом алгоритмический прогноз не рассматривается как причинное доказательство, а объяснение модели — как готовая государственная рекомендация.

Разработан замкнутый контур диагностического управления:

данные → диагностический профиль → выявление разрыва → прогноз → объяснение → экономическая гипотеза → проверка → приоритизация мер → реализация → измерение результата → обновление данных.

В такой конструкции государственная система не просто наблюдает последствия регионального развития, а постепенно накапливает знания о том, какие механизмы работают в различных типах территорий.

Предлагаемый подход соответствует институциональной структуре децентрализованного управления Кении. County Governments Act возлагает на округа обязанность формировать интегрированные планы развития, собирать и обновлять данные, поддерживать ГИС-базы, определять показатели результата и связывать планирование с бюджетированием. Действующие Public Investment Management Regulations дополнительно формируют последовательный цикл идентификации, предварительной оценки, оценки осуществимости, бюджетного отбора, реализации, мониторинга и последующей оценки государственных проектов. Таким образом, предлагаемая диагностическая модель не заменяет существующий государственный механизм планирования, а расширяет его аналитическую способность [4,7, 8,16, 17].

Практическая актуальность модели определяется значительной территориальной неоднородностью страны. В 2022 г. национальный уровень общей бедности составлял 39,8%, однако показатели отдельных округов различались многократно. Одновременно KNBS поддерживает отдельную систему Gross County Product, позволяющую наблюдать различия экономической структуры и динамики 47 округов. Наличие экономически сильной территории не гарантирует низкой бедности, так же как высокий ресурсный потенциал не гарантирует высокой экономической отдачи [1, 3, 10,2].

Отдельное значение имеет институциональная реализуемость управленческого воздействия. Средний уровень исполнения расходов развития округов в 2024/25 финансовом году составлял 56,5%, что показывает существенный разрыв между запланированным инвестиционным решением и фактически реализованным капитальным результатом. Поэтому диагностическая система должна отвечать не только на вопрос о том, что необходимо сделать, но и о том, способна ли конкретная институциональная среда провести соответствующее решение до измеримого результата[16, 17,34].

Научная новизна исследования заключается в разработке замкнутой инженерной модели диагностического управления региональным развитием, в которой ресурсный потенциал, инфраструктура, человеческий капитал, институциональная способность, экономическая активность и благосостояние рассматриваются как последовательные узлы единой системы, а ИИ используется для повышения разрешающей способности диагностики, а не как автономный субъект принятия решений. Предлагаемая конструкция формирует методологическую основу для последующего создания интеллектуальной системы поддержки решений в региональном управлении Кении [15,16, 17].

Ключевые слова: *Кения, ресурсный потенциал, региональное развитие, диагностическое управление, искусственный интеллект, бедность, региональные различия, инфраструктурная связанность, человеческий капитал, институциональная способность, объяснимый ИИ, управление на основе данных, 47 округов Кении [1, 3, 10,15-17,26, 27].*

Региональное управление сталкивается с фундаментальной проблемой: результат наблюдается значительно легче, чем механизм его формирования. Можно достаточно точно

установить, что один округ имеет более высокий уровень бедности, чем другой. Можно определить различия валового продукта [1, 3, 10].

Можно посчитать протяжённость дорожной сети, доступ населения к электроэнергии, количество учащихся, объём бюджетных расходов, число созданных рабочих мест. Каждый показатель сообщает определённую информацию. Но совокупность показателей ещё не образует диагноз. Предположим, два округа демонстрируют одинаковый уровень бедности — 50% [1, 3, 10].

В первой территории существует значительная ресурсная база, но отсутствует инфраструктура для её хозяйственного освоения.

Во второй инфраструктура развита, предприятия функционируют, однако профессиональная структура местного населения слабо соответствует создаваемым рабочим местам. В третьей экономическая активность и занятость уже достаточно высоки, но рабочие места преимущественно низкопроизводительны и не обеспечивают устойчивого дохода. В четвёртой основное ограничение связано с климатическим воздействием. Во всех случаях конечный показатель одинаков. Структура проблемы различна. Поэтому управление, основанное только на конечном индикаторе, способно правильно определить где хуже, но значительно слабее отвечает: почему хуже; что именно не работает; какая мера должна быть применена; какой результат можно ожидать после её реализации. Именно это различие между мониторингом и диагностикой является исходной точкой настоящего исследования. Мониторинг отвечает: что произошло? Диагностика: где внутри системы возникло отклонение? Прогноз:

что вероятно произойдёт далее? Причинный анализ: что способно изменить траекторию? Управление: какое вмешательство следует выбрать с учётом стоимости, риска и общественных целей? Так формируется последовательность:

наблюдение → диагностика → прогноз → объяснение → решение. Если какой-либо этап пропускается, увеличивается вероятность ошибки. Например, переход:

низкий показатель → государственная программа может быть слишком быстрым. Низкая занятость не всегда требует программы занятости. Если рабочие места отсутствуют вследствие слабой экономической базы, необходимо воздействовать раньше — на экономический контур. Низкая экономическая активность не всегда требует субсидирования бизнеса. Если основным ограничением является транспортная изоляция, финансовая поддержка предприятий способна дать слабый результат. Высокая бедность не всегда означает необходимость только социальных трансфертов. Иногда трансферт необходим для защиты домохозяйства сегодня, но структурное изменение требует совершенно другого механизма. Следовательно, региональное управление должно различать: симптом и узел его формирования. Для Кении такая постановка особенно актуальна [1, 3, 10].

Конституционная реформа и система деволюции сформировали 47 округов как важный уровень публичного управления. Всемирный банк рассматривает деволюцию как одну из наиболее глубоких реформ государственного устройства страны, связанную, в том числе, с необходимостью уменьшения исторических территориальных различий в доступе к государственным услугам и ресурсам. Законодательная модель уже содержит предпосылки для более сложного диагностического управления [9].

County Governments Act требует интеграции экономического, физического, социального, экологического и пространственного планирования; предусматривает сбор, хранение и обновление данных, использование ГИС, формирование измеримых результатов и связь планов округа с бюджетом. Особенно важно положение о том, что планы округов должны содержать не только мероприятия, но и показатели входа, результата и конечного эффекта, включая доступ домохозяйств к базовым услугам, исполнение капитального бюджета и создание рабочих мест[4].

Следовательно, институциональная основа для управления на основе данных уже существует. Проблема находится на следующем уровне. Необходимо связать данные разных

функциональных систем в единую диагностическую причинно-логическую последовательность. Именно эту задачу решает настоящая статья [16, 17].

Нами были последовательно рассмотрены отдельные элементы. Сначала был сформирован ресурсно-трансформационный контур. Затем — институциональная пропускная способность. После этого — территориальный диагностический профиль. Был разработан ИРП. Определён ресурсно-социальный разрыв. Создана типология территориальных состояний. Исследована роль неформальной занятости. Добавлена инфраструктурная связанность. Встроен человеческий капитал. Затем появилась возможность использовать методы искусственного интеллекта для прогнозирования, объяснения и приоритизации [15,16, 17].

Цель исследования — разработать интегрированную диагностическую модель управления ресурсным потенциалом регионов на основе данных и искусственного интеллекта применительно к 47 округам Кении.

Для достижения цели поставлены следующие задачи: определить отличие диагностического управления от традиционного мониторинга регионального развития; сформировать целостную архитектуру преобразования территориальных возможностей в социально-экономический результат; интегрировать разработанные ранее индексы и разрывы в единый диагностический паспорт; определить место эконометрики и искусственного интеллекта внутри управленческого цикла; разработать замкнутую систему обратной связи между решением и последующим измерением результата; определить требования к качеству данных, неопределённости и институциональной ответственности; сформировать программу эмпирического применения модели для всех 47 округов Кении. Основная гипотеза исследования заключается в следующем: качество регионального управления повышается, если объектом анализа становится не отдельный конечный показатель, а последовательность функциональных переходов, преобразующих исходный потенциал территории в экономический и социальный результат, при этом искусственный интеллект используется для выявления устойчивых отклонений и сложных взаимодействий внутри данного механизма [16, 17,24, 25, 28,31].

Мониторинг является необходимой функцией управления. Без измерения невозможно определить, выполнен ли план. Однако мониторинг и диагностика имеют различную информационную глубину. Предположим, в округе построено 100 км дорог. Система мониторинга фиксирует: план — 100 км; факт — 100 км; исполнение — 100%. С точки зрения проекта результат достигнут. Диагностическая система должна продолжить вопрос. Изменилось ли время доступа к рынку? Снизилась ли стоимость перевозки? Увеличилась ли доля ресурсного потенциала, ставшая экономически доступной? Появились ли новые предприятия? Изменилось ли количество рабочих мест? Изменился ли доход домохозяйств? Сократился ли ресурсно-социальный разрыв? Это уже другой уровень анализа. Получается последовательность: ресурс → мероприятие → непосредственный результат → экономическое изменение → социальный эффект. Именно между этими уровнями часто возникает потеря. Дорога построена, но соединяет не те экономические узлы. Образовательный центр создан, но готовит специалистов, не востребованных рынком. Предприятие запущено, но квалифицированная занятость преимущественно формируется за пределами местного населения. Бюджет освоен, но конечный показатель не изменился. Следовательно: исполнение мероприятия ≠ достижение цели. Это положение кажется очевидным, однако традиционная система отчётности нередко значительно лучше видит первый показатель, чем последний.

Действующие финансовые нормы Кении уже требуют различать расходы, непосредственные результаты и воздействие программы. Public Finance Management (County Governments) Regulations предусматривают мониторинг финансовых показателей, непосредственных результатов и итоговых эффектов программы или проекта, а также создание систем сбора, хранения и обмена данными о нефинансовой результативности.

Предлагаемая модель развивает именно эту логику. Но между непосредственным результатом проекта и конечным эффектом вводится ещё один уровень — механизм передачи. Например: дорога → снижение транспортного сопротивления → увеличение доступа к рынку → изменение производства → занятость → доход. Так появляется возможность определить, на каком переходе ожидаемый эффект прекращается. Единица диагностики. Предлагается считать центральной единицей анализа не показатель и не проект, а функциональный переход [5, 6].

Пусть система содержит узлы: $S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow ... \rightarrow S$. Для каждого перехода: $S \rightarrow S_{+1}$ существует ожидаемое преобразование: $\hat{S}_{+1} = F(S, Z)$, где: F — модель ожидаемого перехода; Z — внешние условия. Фактическое состояние:

S_{+1}. Тогда отклонение: $G = \hat{S}_{+1} - S_{+1}$. Именно G становится диагностическим разрывом. Если он мал, переход работает приблизительно ожидаемо. Если велик и устойчив, возникает основание искать ограничение. Такая конструкция принципиально отличается от интегрального рейтинга. Рейтинг отвечает: кто выше? Диагностический разрыв: какой переход работает хуже ожидаемого? Второй вопрос значительно ближе к управлению. Территория как преобразователь возможностей. В предлагаемой модели регион рассматривается не как совокупность показателей, а как система преобразования возможностей. Общая последовательность: ИРП → КИС → ЭДРП → КСК → ПДРП → Y → L → ИКТИ → W. Здесь: ИРП — ресурсный потенциал; КИС — инфраструктурная связанность; ЭДРП — экономически доступный ресурсный потенциал; КСК — соответствие компетенций; ПДРП — продуктивно доступный ресурсный потенциал; Y — экономический результат; L — трудовое включение; ИКТИ — качество трудового включения; W — благосостояние. Но последовательность не является механистической причинной цепью, доказанной заранее. Она представляет теоретическую архитектуру, подлежащую эмпирической проверке [15]. Это принципиальная оговорка. Если данные покажут, что определённый переход слаб или отсутствует, модель должна быть пересмотрена. Научная задача — не заставить 47 округов соответствовать схеме. Задача — использовать схему как систему вопросов. Диагностическая глубина. Предлагается различать четыре уровня.

Таблица 1 – Уровни диагностической глубины регионального управления

Уровень диагностики	Ключевой вопрос	Основной индикатор	Управленческий смысл
Состояние	Что наблюдается?	Бедность, GCP, занятость	Фиксация фактического положения
Отклонение	Насколько факт отличается от ожидаемого?	УРСР, остаток модели	Выявление нетипичного результата
Локализация	На каком переходе возникает потеря?	G_1–G_3	Определение слабого функционального узла
Механизм	Почему переход работает с потерями?	КИС, КСК, IPC, ИКТИ	Формирование проверяемой гипотезы воздействия

. Представленная градация показывает переход от описательной статистики к механистической диагностике. Научная ценность модели состоит в том, что одинаковый конечный результат может быть разложен на различные функциональные причины, а управленческое воздействие выбирается только после локализации слабого перехода.

ИИ особенно полезен между вторым и четвёртым уровнями. Он способен увидеть взаимодействия, неочевидные в одномерной статистике. Но переход к четвёртому уровню

требует предметной проверки. Таким образом, диагностическое управление не заменяет экономический анализ. Оно организует его последовательность.

Если каждый элемент системы анализировать отдельным отчётом, руководитель получает большое количество информации, но не обязательно получает целостную картину. Поэтому предлагается формировать диагностический паспорт округа — ДПО. В общем виде: $ДПО_i,t$ = {R; I; H; G; E; L; W; S; U}. Где: R — ресурсный блок; I — инфраструктурный; H — человеческий капитал; G — институциональный; E — экономический; L — трудовой; W — благосостояние; S — внешние шоки; U — неопределённость измерения. Внутри каждого блока находятся не только исходные статистические показатели, но и уже разработанные индексы. Ресурсный уровень. Включает: ИРП; ресурсный профиль; ресурсную концентрацию; качество информационного покрытия; пространственные конфликты использования ресурсов. Его задача: что территория объективно имеет? Инфраструктурный уровень. Включает: КИС; транспорт; энергию; водную связанность; цифровую доступность; рыночную логистику. Вопрос: какая часть ресурса физически и экономически доступна? Результат: ЭДРП. Человеческий уровень. Включает: образование; здоровье; профессиональную структуру; КСК; локализацию компетенций. Вопрос: способно ли население превратить доступную возможность в производительную деятельность? Результат: ПДРП. Институциональный уровень. Включает: диагностику; приоритизацию; финансирование; исполнение; координацию; ответственность; обратную связь. [4,15,16, 17,31]

Его агрегированным выражением выступает ранее разработанный: IPC. Здесь рассматривается не объём правительства, а способность решения пройти полный управленческий цикл. Экономический уровень. Включает: GCP; GCP на душу населения; структуру валовой добавленной стоимости; темпы роста; инвестиции; локальную переработку; производительность. Вопрос: что территория реально создаёт из доступных возможностей? Трудовой уровень. Включает: занятость; неформальность; недоиспользование труда; ИКТИ; структуру дохода. Вопрос: насколько созданная экономика включает местное население? Социальный уровень. Включает: общую бедность; глубину бедности; продовольственную бедность; потребление; уязвимость домохозяйств. Вопрос: во что экономическое включение в конечном счёте превращается для человека? [1, 3, 10,2].

Последняя официальная полностью сопоставимая оценка общей бедности KNBS для всех округов относится к 2022 г.; национальный показатель составлял 39,8%. При этом архив KNBS содержит отдельные отчёты по бедности за несколько последовательных периодов, что создаёт потенциальную основу для формирования временной панели после проверки методологической сопоставимости. Институционально важная особенность. Диагностический паспорт не должен превращаться в один итоговый рейтинг. Это принципиальное решение. Если все показатели агрегировать в одну цифру: ДПО = 0,63, значительная часть информации снова исчезнет. Две территории способны иметь одинаковое интегральное значение и совершенно различную структуру. Поэтому основной результат должен выглядеть как вектор состояния, а не единственная оценка. Можно представить: V_i = [ИРП; КИС; КСК; IPC; Y; ИКТИ; W] [1, 3, 10,16, 17]. Дополнительно: G_i = [G_1; G_2; G_3; ...]. И: C_i = [качество данных; устойчивость диагноза; устойчивость модели].

Таблица 2 –Трехслойная конструкция ДПО

Слой ДПО	Состав	Что измеряет	Риск ошибочной интерпретации	Роль в решении
Состояние	ИРП; КИС; КСК; IPC; Y; ИКТИ; W	Фактическую конфигурацию округа	Сведение профиля к одному рейтингу	Определяет исходную позицию

Разрывы	G_1; G_2; G_3; …	Потери между функциональными переходами	Принятие корреляции за причинность	Локализует узел вмешательства
Уверенность	качество данных; устойчивость диагноза; устойчивость модели	Надёжность диагностического сигнала	Игнорирование пропусков и методических разрывов	Определяет допустимую силу управленческого вывода

Трёхслойная конструкция ДПО принципиально сильнее единого интегрального рейтинга: она одновременно сохраняет структуру территории, локализует функциональные потери и показывает степень доверия к диагнозу. Тем самым предотвращается ситуация, когда слабые или несопоставимые данные создают внешне точную, но методологически ненадёжную оценку.

Получается три слоя: состояние; разрыв; уверенность. Это значительно зрелее обычного рейтинга. Региональное управление должно знать не только: «где проблема?» но и: «насколько уверенно она выявлена?» Формирование диагностического приоритета. Для округа можно представить: $D_i,k = |G_i,k| \times C_i,k$, где: D_i,k — сила диагностического сигнала по узлу *k*; G — величина разрыва; C — уверенность в его оценке. Это означает: большой разрыв при низком качестве данных не становится автоматически главным диагнозом. И наоборот. Умеренный, но очень устойчивый разрыв может заслуживать более серьёзного внимания. Однако и D не является приоритетом финансирования. Он определяет: где требуется дальнейшее управленческое внимание. Выбор меры происходит позднее. Так сохраняется разделение: диагноз ≠ решение.

Наиболее привлекательная идея современной цифровой трансформации заключается в возможности собрать большое количество данных и передать их алгоритму. Но количество данных не создаёт качественную диагностику автоматически. Проблема начинается с их несовместимости. Один показатель рассчитывается ежегодно.Другой — раз в несколько лет. Третий является административной статистикой. Четвёртый — результатом обследования. Пятый — геопространственной моделью. Шестой содержит большой интервал погрешности. Следовательно, первичной задачей является не обучение алгоритма. Первичная задача — инженерия информационной согласованности [29, 30].

Для каждого наблюдения требуется структура: $D_i,t,j = \{V; Y; A; S; M; Q; G\}$. Где: V — значение; Y — период состояния; A — дата фактической доступности; S — источник; M — методика; Q — качество; **G** — пространственная привязка. Такой паспорт данных позволяет решить несколько проблем. Первая — временная. Бедность 2022 г. нельзя незаметно соединить с GCP 2024 г. и представить как единую характеристику 2024 г. Вторая — методическая. Если изменилась статистическая методология, изменение показателя не обязательно означает изменение реальной экономики. Третья — пространственная. Ресурсные и инфраструктурные объекты не совпадают автоматически с административными границами. Четвёртая — информационная [1, 3, 10,2]. Отсутствие данных не должно кодироваться как отсутствие явления. Для модели ИИ это критично. Если неизвестный минеральный потенциал кодируется нулём, алгоритм начинает систематически воспринимать хуже исследованные территории как объективно менее ресурсные.

ИИ должен появляться после формирования предметной архитектуры. Не: данные → алгоритм → вывод. А: экономическая модель → данные → алгоритм → проверка отклонений. В рамках ДПО предлагается три основных вида интеллектуального анализа. Первый — прогнозирование. Например: $\hat{W}_i,t+1 = f(X_i,t)$. Модель оценивает вероятный социальный результат будущего периода.

Второй — обнаружение аномалий. Определяется: $e_i,t = W_i,t – \hat{W}_i,t$. Если остаток устойчиво велик, округ демонстрирует результат, не соответствующий типичной зависимости. Именно такой случай особенно важен. Третий — объяснение. Методы объяснимого ИИ показывают, какие группы признаков сформировали прогноз. Но, как было установлено ранее: вклад признака в модель ≠ причинный эффект. Это различие должно сохраняться на всех уровнях. Сравнение с простой моделью. Для региональной диагностики недопустимо объявлять ИИ полезным только потому, что модель технически работает. Сначала необходимо построить базовую эконометрику. Например: $W_i,t = \alpha + \beta_1 ИРП_i,t + \beta_2 КИС_i,t + \beta_3 КСК_i,t + \beta_4 IPC_i,t + \gamma Z_i,t + \varepsilon_i,t$. Затем проверяются более гибкие методы. Если машинное обучение не улучшает вневыборочную точность и устойчивость, простая модель должна получить преимущество. Так сохраняется принцип: сложность должна быть доказанно полезной. Нелинейное взаимодействие узлов. Наиболее интересная функция ИИ находится не в замене регрессии, а в поиске комбинаций. Например, возможна закономерность: КИС оказывает слабое влияние при низком КСК. Почему? Инфраструктура существует. Но нет компетенций, способных использовать возникшую возможность. После определённого уровня КСК инфраструктурный эффект резко увеличивается. Тогда экономическая гипотеза будет: инфраструктура и человеческий капитал являются взаимодополняющими факторами. Другой пример: рост GCP снижает бедность только при достаточно высоком ИКТИ. То есть экономическая активность без качественного трудового включения создаёт слабый социальный результат. ИИ способен обнаружить подобную нелинейность. Но после обнаружения она должна быть отдельно проверена. Так возникает исследовательский цикл: теория → модель → ИИ → аномалия → гипотеза → проверка → обновление теории. Это уже не просто прогнозирование. Это обучающаяся научно-управленческая система. Пространственная зависимость. Кения не является набором 47 изолированных экономик. Округа взаимодействуют. Люди работают в соседних территориях. Дороги соединяют несколько округов. Рынки труда пересекают административные границы. Инфраструктура одного региона способна повышать доступность другого. Следовательно, необходимо учитывать: $WX_i = \Sigma w_i X$. То есть состояние соседних территорий [1, 3, 10,2,15,24, 25, 28,26, 27].

Без этого модель способна приписывать округу эффект, сформированный внешней агломерацией. Особенно это актуально для Nairobi City и окружающих территорий. Проблема малого количества наблюдений. 47 округов в одном срезе недостаточны для чрезмерно сложного ИИ. Поэтому наиболее перспективной конструкцией остаётся: 47 округов × Т лет. Если имеется восемь сопоставимых периодов: 47 × 8 = 376 наблюдений до пропусков. Даже это не является большой выборкой для сложнейших алгоритмов. Следовательно, дисциплина ограничения сложности обязательна. Необходимо: ограничивать число признаков; использовать временную проверку; проводить пространственную проверку; избегать утечки информации; сравнивать с простыми моделями; показывать неопределённость. ИИ должен усиливать диагностику, а не создавать математическую декорацию.

Главное отличие предлагаемой модели от аналитической системы заключается в наличии обратной связи. Если модель только строит прогнозы, она остаётся аналитикой. Управлением она становится тогда, когда результат решения возвращается в систему и изменяет последующее действие. Предлагается следующий полный цикл. Наблюдение. Собираются социально-экономические, ресурсные, инфраструктурные, институциональные и пространственные данные. Формирование ДПО. Для каждого округа строится диагностический профиль. Выявление отклонения. Определяются УРСР и функциональные разрывы. Локализация слабого узла. Устанавливается, какой участок системы демонстрирует устойчивое отклонение [16, 17].

Прогноз. Оценивается возможная будущая траектория при отсутствии изменения политики. Объяснение. Определяются функциональные блоки, формирующие прогноз. Формирование гипотезы. Модельный сигнал переводится в экономически проверяемое утверждение. Независимая проверка. Анализируются альтернативные объяснения и

причинные свидетельства. Формирование вариантов воздействия. Создаётся набор допустимых мер. Приоритизация. Оцениваются адресность, ожидаемый эффект, стоимость, срок, риск, справедливость и исполнимость. Реализация. Мера проходит установленную систему PIM. Мониторинг. Фиксируется не только исполнение мероприятия, но и изменение диагностического узла. Оценка эффекта. Сопоставляется ожидаемый и фактический результат. Обновление ДПО. Новые данные возвращаются в систему. Повторная диагностика. Устанавливается, исчезло ли ограничение либо переместилось дальше по цепи. Полная последовательность: данные → диагноз → прогноз → гипотеза → мера → реализация → результат → новые данные. Ключевым здесь является последний переход. Результат становится новыми данными. Без него система не учится. Изменение слабого узла. Предположим исходно: G_1 высокий. Основное ограничение — инфраструктура. После проекта: КИС растёт; ЭДРП увеличивается; экономическая активность действительно повышается. Но занятость местного населения почти не меняется. Теперь: G_1 ↓; G_2 ↑ относительно нового состояния. Означает ли это, что первый проект неудачен? [7, 8] Не обязательно. Возможно, он успешно устранил первый барьер и сделал видимым следующий. Это фундаментальное свойство сложных систем.

Таблца3 –Замкнутый цикл превращения модели

Этап	Вход	Операция	Выход	Контрольный вопрос
1. Диагностика	ДПО и данные	Расчёт разрывов	Локализованный слабый узел	Где возникает потеря?
2. Прогноз	Диагноз + динамика	Эконометрика/ML	Траектория без вмешательства	Что произойдёт при status quo?
3. Проверка гипотезы	Модельное объяснение	Предметный и причинный анализ	Подтверждённый механизм	Почему возникает разрыв?
4. Воздействие	Набор альтернатив	PIM-оценка и приоритизация	Выбранная мера	Что реализуемо и эффективно?
5. Обратная связь	Фактический результат	Оценка ΔG и обновление ДПО	Новый диагноз	Устранён ли узел или ограничение переместилось?

Замкнутость цикла превращает модель из аналитического инструмента в систему институционального обучения. Особенно важен показатель ΔG: он позволяет оценивать не только факт исполнения проекта, но и изменение именно того функционального разрыва, ради которого вмешательство было инициировано [7, 8]. Решение одной проблемы способно не устранить бедность, а переместить ограничение дальше по цепи. Поэтому критерий успеха должен быть многоуровневым. Проект можно признать успешным на уровне инфраструктурного узла и одновременно недостаточным для конечного социального результата. Тогда вторым этапом становится развитие профессиональных компетенций. Именно это отличает диагностическое управление от логики: «мероприятие выполнено — вопрос закрыт». Управленческая память. Для каждого вмешательства предлагается хранить [1, 3, 10,15]: $M_i = \{D_0; H; A; C; T; R_e; Rf; \Delta G\}$. Где: D_0 — исходный диагноз; H — гипотеза; A — выбранное воздействие; C — стоимость; T — срок; R_e — ожидаемый результат; Rf — фактический; ΔG — изменение диагностического разрыва. Так формируется база управленческого опыта. Через несколько лет можно будет анализировать: какие воздействия лучше работают при определённых типах территории; при каком IPC инфраструктурные проекты завершаются быстрее; какие программы подготовки дают более высокий КСК; при

какой структуре занятости рост GCP сильнее уменьшает бедность; какие диагностические сигналы регулярно оказываются ложными. Это принципиально новая информационная ценность. Государство начинает собирать данные не только о территориях. Оно начинает собирать данные о качестве собственных решений. Связь с существующей системой планирования Кении. Предлагаемая модель не требует отказа от County Integrated Development Plans. Напротив. Она способна усилить их аналитическую основу. County Governments Act уже требует формирования пятилетних интегрированных планов, пространственного планирования, ГИС, показателей результата, финансовой стратегии и связи между планами и бюджетом. Диагностический паспорт способен стать входом для такой системы. Логика меняется: не сначала перечень проектов, затем поиск обоснования, а: сначала диагностированный разрыв → затем проект. Это особенно важно для государственных инвестиций. Public Investment Management Regulations требуют идентификации проблемы, предварительной оценки, анализа альтернатив, оценки осуществимости, бюджетного отбора, реализации и последующей оценки. Следовательно, ДПО способен работать на самом первом этапе: какая проблема действительно требует инвестиционного проекта? И после реализации: изменился ли именно тот диагностический разрыв, ради которого проект был начат? Так возникает сквозная связь: диагноз → проект → результат → повторный диагноз [1, 3, 10,2,4,7, 8]. Теоретическая архитектура не должна оставаться концептуальной схемой. Нам необходимо определить последовательность её эмпирической реализации. Предлагается пять этапов. Первый этап — формирование единой базы. Потребуется собрать панель: округ × год × показатель. Базовыми источниками выступают: KNBS; государственные министерства; county governments; CRA; National Treasury; Controller of Budget; официальные геоинформационные источники; World Bank; другие международные базы при отсутствии сопоставимого национального показателя [33,34]. KNBS является официальным координатором национальной статистической системы и поддерживает отдельные ряды по бедности и Gross County Product. Для каждого показателя проводится аудит: полнота; периодичность; методология; пространственная сопоставимость; наличие пропусков; статистическая точность. Если невозможно сформировать длинную панель по всем переменным, модель должна использовать несколько уровней данных, а не искусственно заполнять отсутствующие годы. Второй этап — расчёт структурных показателей. Последовательно рассчитываются: ИРП; КИС; ЭДРП; КСК; ПДРП; IPC; ИКТИ; УРСР. Для каждого индекса проводится: проверка нормирования; анализ чувствительности; проверка весов; оценка качества данных. Особенно важно не превращать индексы в самоцель. Если два компонента одного индекса фактически измеряют одинаковое явление, их необходимо пересмотреть. Если результат крайне чувствителен к весам, это должно отражаться в диагностической уверенности. Третий этап — построение каскада разрывов. Для каждого перехода определяется ожидаемое значение. Например: $\hat{Y}_i = f(ПДРП_i, IPC_i, Z_i)$. Затем: $G_{1i} = \hat{Y}_i - Y_i$. Далее: $\hat{L}_i = f(Y_i, H_i, Structure_i)$. $G_{2i} = \hat{L}_i - L_i$. После этого: $\hat{W}_i = f(L_i, ИКТИ_i, Z_i)$. $G_{3i} = \hat{W}_i - W_i$. Так появляется карта потерь преобразования. Для одного округа: G_1 — высокий; G_2 — низкий; G_3 — умеренный. Для другого: G_1 — низкий; G_2 — низкий; G_3 — высокий. Даже если бедность одинакова, управленческий диагноз различается [1, 3, 10,2,31]. Четвёртый этап — интеллектуальный анализ. Используются как минимум: базовая регрессия; панельная модель; пространственная модель; регуляризованная регрессия; случайный лес; градиентное усиление. Выбор окончательной модели определяется не технологической сложностью, а вневыборочной точностью и устойчивостью. После этого объяснимый ИИ используется для формирования блочного объяснительного профиля. Необходимо проверять: устойчивость объяснения; межмодельное согласие; поведение модели в беднейших округах; чувствительность к пропускам; временную устойчивость. Пятый этап — пилотное диагностическое применение [26, 27,29, 30]

Таблца 4 – Последовательность эмпирической реализации

Метод	Задача	Преимущество	Ограничение	Критерий включения
Базовая регрессия	Оценка направлений и величины связей	Интерпретируемость	Ограниченная нелинейность	Базовый benchmark
Панельная модель	Учёт динамики округов	Контроль ненаблюдаемой неоднородности	Требует сопоставимой панели	Стабильность коэффициентов
Пространственная модель	Учёт межокружных эффектов	Корректирует пространственную зависимость	Чувствительна к матрице весов	Устойчивость к спецификации W
Регуляризованная регрессия	Отбор и сжатие признаков	Снижает переобучение	Зависит от настройки штрафа	Вневыборочная точность
Случайный лес	Поиск нелинейностей и взаимодействий	Гибкость	Слабее причинная интерпретация	Прирост точности и устойчивость
Градиентное усиление	Высокоточный прогноз	Улавливает сложные зависимости	Риск переобучения	Превосходство над простыми моделями

. Сложность алгоритма не является самостоятельным критерием научного качества. В предлагаемой архитектуре ИИ получает право на использование только тогда, когда демонстрирует устойчивое улучшение вневыборочного прогноза и сохраняет интерпретируемость диагностического сигнала по сравнению с базовой эконометрикой [24–28].

Не следует сразу превращать модель в национальную систему принятия решений. Научно корректнее провести пилот. Например, выбрать несколько округов различных типов: территория высокого ИРП и слабого результата; территория низкого ИРП и слабого результата; территория альтернативного развития; территория догоняющей трансформации; городская территория. Для каждого строится полный ДПО. Далее результат сопоставляется: с официальными планами; экспертной оценкой; фактическими инвестиционными ограничениями; историей реализованных проектов. Если модель показывает слабый узел, который согласуется с независимыми данными, диагностическая ценность повышается. Если расходится — необходимо выяснить почему. Возможно: ошибка модели; неполные данные; ошибка экспертной интерпретации; скрытый механизм. Именно расхождение способно дать самый интересный научный материал. Проверка по фактическому вмешательству. Наиболее сильная проверка модели возникает тогда, когда один из диагностированных узлов реально изменяется. Например, в округе улучшается транспортный коридор. До вмешательства: $КИС_0$; G_{10}. После: $КИС_1$; G_{11} [26, 27].

Если: $КИС_1 > КИС_0$ и $G_{11} < G_{10}$ это согласуется с гипотезой, что инфраструктура действительно была частью ограничения. Но даже такой результат не доказывает причинность автоматически. Необходимо учитывать другие изменения. Тем не менее именно такие наблюдения будут постепенно превращать первоначальную диагностическую систему в эмпирически проверенную модель. Институциональное ограничение как часть самой модели [16,17]. Особенно важным фактором является исполнение. Средний уровень исполнения расходов развития округов в 2024/25 финансовом году составлял 56,5%. Это означает, что

даже правильно диагностированное и профинансированное воздействие способно не пройти до конечного результата. Поэтому IPC нельзя рассматривать как внешний вспомогательный показатель. Он должен находиться внутри диагностической модели. Возникает: решение → финансирование → исполнение → результат. Если решение принято, но исполнение слабое, проблема находится уже внутри государственного контура. То есть государственная система сама становится объектом диагностики. Это принципиальный поворот. Мы исследуем не только: почему экономика территории не создаёт результат, но и: почему государственное решение не создаёт запланированное изменение. Так замыкаются два контура: территориальный контур и управленческий контур. Именно их соединение формирует полноценную модель диагностического управления [34].

Региональное развитие невозможно свести к наблюдению нескольких конечных показателей. Бедность, валовой продукт, занятость и инфраструктурная обеспеченность являются важными характеристиками состояния территории, однако каждый из них показывает только отдельный участок значительно более сложного процесса. Центральная позиция настоящего исследования состоит в том, что территория должна рассматриваться как система последовательного преобразования возможностей в результат. Исходный ресурс ещё не является экономическим преимуществом. Он должен стать инфраструктурно доступным. Инфраструктурно доступный ресурс ещё не является производством. Для его использования необходим человеческий капитал. Производство ещё не означает включения населения. Рабочее место ещё не означает устойчивого дохода. Доход ещё не гарантирует устойчивого выхода домохозяйства из бедности. Следовательно, между ресурсом и благосостоянием расположена система переходов. Каждый переход способен работать хорошо. Способен работать с потерями. Способен практически блокировать дальнейшее движение результата. Именно поэтому объектом управления должен становиться не только уровень показателя, но и качество перехода между состояниями. Это и есть первый фундаментальный вывод статьи. Второй вывод связан с различием мониторинга и диагностики. Мониторинг отвечает: что выполнено? Диагностика: изменился ли тот механизм, ради которого мероприятие выполнялось? Если построена дорога, недостаточно знать её протяжённость. Необходимо определить: снизилось ли экономическое расстояние; изменился ли КИС; увеличился ли ЭДРП; появилась ли новая экономическая активность. Если программа профессионального обучения выпущена на плановую численность, необходимо установить: изменился ли КСК; заняли ли выпускники соответствующие рабочие места; увеличилась ли производительность; изменился ли доход. Если предприятие открыто, необходимо проверить: кто получил рабочие места; какого они качества; локализуется ли трудовой доход. Таким образом, выполнение мероприятия является промежуточным состоянием, а не конечным доказательством успеха [1, 3, 10,15]. Третий вывод заключается в необходимости формирования диагностического паспорта территории. Один интегральный рейтинг не способен сохранить всю структуру. Поэтому предлагается три параллельных слоя: профиль состояния; профиль разрывов; профиль уверенности. Первый показывает, в каком состоянии находится территория. Второй — где возникает отклонение. Третий — насколько надёжно мы это знаем. Именно третий слой часто отсутствует в традиционных рейтингах. В результате число выглядит одинаково убедительно независимо от того, основано ли оно на качественном административном учёте или на слабой модельной оценке. Для интеллектуального управления такое смешение недопустимо. Сила диагноза и уверенность в диагнозе должны измеряться отдельно. Четвёртый вывод связан с данными. ИИ не способен исправить неправильную информационную архитектуру. Если годы не совпадают, алгоритм не восстановит время. Если неизвестное значение записано как ноль, он не поймёт, что это неизвестность. Если статистическая методология изменилась, он может интерпретировать методический разрыв как социально-экономическую динамику. Поэтому искусственный интеллект начинается не с алгоритма. Он начинается с дисциплины данных. Каждое наблюдение должно сохранять: территорию; период; источник; методику; дату доступности; пространственную привязку;

оценку качества. В этом смысле качественная региональная база является не технической подготовкой исследования. Она представляет самостоятельную часть научной модели. Пятый вывод касается места искусственного интеллекта [26, 27]. ИИ способен значительно усилить систему именно потому, что региональные механизмы нелинейны. Инфраструктура и человеческий капитал взаимодействуют. Экономический рост и качество занятости взаимодействуют [15]. Ресурс и институты взаимодействуют. Один и тот же фактор может иметь различный результат в различных типах территории. Классическая линейная модель не всегда способна заранее представить все подобные взаимодействия.

Здесь ИИ полезен. Но его функция должна быть ограничена: поиск закономерности; прогноз; обнаружение аномалии; объяснение модели; формирование гипотезы. Он не должен автоматически переходить к: установлению причинности или государственному решению. Это принципиальное разграничение. Шестой вывод заключается в цикличности управления. Настоящая модель принципиально отличается от разового исследования. Она предполагает повторение. Сначала данные формируют диагноз. Диагноз формирует гипотезу. Гипотеза проходит проверку. На её основе выбирается воздействие. Воздействие реализуется. После этого измеряется новый результат. И новый результат возвращается в данные. Формируется: $\text{данные}_0 \rightarrow$ решение $\rightarrow$ результат $\rightarrow \text{данные}_1$. И затем: $\text{данные}_1 \rightarrow$ новое решение. Так возникает управленческое обучение. Государственная система перестаёт каждый раз начинать анализ заново. Она накапливает память: какой диагноз был поставлен; какая мера выбрана; почему она выбрана; какой эффект ожидался; что произошло фактически; почему ожидание не реализовалось. Такой массив потенциально способен стать одним из наиболее ценных источников для последующего применения ИИ. Алгоритм будет анализировать не просто историю экономики. Он сможет анализировать историю управленческих вмешательств и их результатов. Седьмой вывод связан с перемещением ограничения. Региональное развитие редко представляет мгновенный переход из неблагополучного состояния в благополучное. Чаще меняется структура проблемы. Сегодня ограничивает дорога. После строительства — навыки. После подготовки кадров — качество рабочих мест. После повышения качества занятости — устойчивость дохода. Таким образом:

развитие представляет собой последовательное перемещение слабого узла. Это один из наиболее важных авторских выводов всей исследовательской серии. Управление становится эффективным не тогда, когда однажды обнаруживает «главную причину бедности». Такой универсальной причины может вообще не существовать. Эффективное управление должно регулярно отвечать: что ограничивает систему сейчас? И после вмешательства: где находится ограничение теперь? Именно такая логика превращает региональное развитие из набора проектов в последовательный процесс настройки системы. Восьмой вывод связан с институциональной способностью. Даже идеальная диагностика не создаёт результат без работающего управленческого контура[1, 3, 10,16, 17].

Фактические данные исполнения расходов развития округов показывают, что способность бюджета превращаться в завершённый проект остаётся самостоятельным ограничением. В 2024/25 финансовом году средний уровень исполнения расходов развития составлял 56,5% [34].

Следовательно, государственная система также должна диагностировать себя. Нужно измерять: качество исходной информации; скорость планирования;

готовность проекта; финансирование; закупки; исполнение; мониторинг; обратную связь. Если проект не реализован, причина может находиться не в территории, а в управленческой цепи. Именно поэтому IPC становится не вспомогательным индексом, а одним из центральных элементов модели. Девятый вывод касается соответствия предлагаемой конструкции действующей системе управления Кении [31].

County Governments Act уже требует интегрированного и пространственного планирования, ГИС-баз, данных, показателей результатов, финансовой устойчивости и связи планов с бюджетом. Public Investment Management Regulations уже требуют полного

проектного цикла — от идентификации проблемы до последующей оценки результата. Kenya AI Strategy 2025–2030, официально запущенная в марте 2025 г., в свою очередь формирует государственную основу развития цифровой инфраструктуры ИИ, управления данными и ИИ, исследований и инноваций. План реализации стратегии был опубликован в конце 2025 г. Следовательно, предлагаемая модель находится не вне институционального контекста страны. Она соединяет три уже существующих направления: региональное планирование; управление государственными инвестициями; развитие ИИ и управления данными. Её вклад заключается в создании между ними единой диагностической логики. Десятый и наиболее существенный вывод относится к самой природе искусственного интеллекта в публичном управлении. [4,7, 8,11, 12,16, 17]

В предлагаемой модели ИИ не является системой, которая «управляет Кенией». Он не определяет политические цели. Не выбирает приемлемый уровень неравенства. Не решает, какой округ «заслуживает» финансирования. Не заменяет выборные органы, специалистов или общественное участие. Его функция намного точнее: повысить разрешающую способность государства видеть собственную региональную систему. Если раньше система видела: бедность высокая, то диагностический уровень должен показать: бедность выше ожидаемой. Следующий: основной разрыв находится между экономикой и качеством занятости. Следующий: разрыв устойчив и подтверждается несколькими моделями. Следующий: вероятный механизм связан с низкопроизводительной неформальной занятостью. После этого уже возникает управленческая работа. Это и есть интеллектуальное государство в предлагаемой трактовке. Не государство, в котором алгоритм принимает больше решений. А государство, которое лучше понимает, почему его решения необходимы и что произошло после их выполнения. Полная архитектура статьи формулируется следующим образом: ресурс → доступность → компетенция → производство → занятость → качество занятости → благосостояние → диагностика разрыва → прогноз → объяснение → гипотеза → приоритет → воздействие → исполнение → контроль → новый результат → обновлённая диагностика. Эта последовательность замыкается. И именно замкнутость является главным свойством модели. Без обратной связи ИИ остаётся прогнозной технологией. С обратной связью он становится частью системы институционального обучения [1, 3, 10,15,16, 17].

Итоговая авторская позиция может быть сформулирована следующим образом: управление ресурсным потенциалом региона должно начинаться не с поиска проекта и не с выбора алгоритма, а с определения того, какой функциональный переход не позволяет имеющимся возможностям территории преобразоваться в благосостояние населения. Искусственный интеллект становится полезен тогда, когда помогает государству быстрее и точнее обнаруживать этот переход, но окончательное управленческое знание возникает только после проверки гипотезы, реализации воздействия и измерения фактического результата. Именно такой подход позволяет перейти от цифрового наблюдения за регионами к диагностическому управлению их развитием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kenya National Bureau of Statistics. The Kenya Poverty Report 2022. Nairobi: KNBS, 2024.
2. Kenya National Bureau of Statistics. 2025 Gross County Product: Tracking the Progress and Diversity of County Economies. Nairobi: KNBS, 2025.
3. Kenya National Bureau of Statistics. Kenya Poverty Reports 2019–2022. Nairobi: KNBS.
4. Government of Kenya. County Governments Act, No. 17 of 2012. Nairobi: Government Printer.
5. Government of Kenya. Public Finance Management Act.
6. Government of Kenya. The Public Finance Management (County Governments) Regulations.
7. Government of Kenya. The Public Finance Management (Public Investment Management) Regulations, 2022.

8. The National Treasury and Economic Planning. Public Investment Management Framework and Guidelines. Nairobi: Government of Kenya.
9. Muwonge A., Williamson T.S., Owuor C.A., Kinuthia J.M. Making Devolution Work for Service Delivery in Kenya. Washington, DC: World Bank, 2022.
10. World Bank. Kenya Poverty and Equity Assessment 2023: From Poverty to Prosperity — Making Growth More Inclusive. Washington, DC: World Bank, 2023.
11. Ministry of Information, Communications and the Digital Economy. Kenya AI Strategy 2025–2030. Nairobi: Government of Kenya, 2025.
12. Ministry of Information, Communications and the Digital Economy. Kenya National AI Strategy 2025–2030 Implementation Roadmap. Nairobi: Government of Kenya, 2025.
13. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris: UNESCO, 2021.
14. OECD. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. Paris: OECD.
15. Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. University of Chicago Press.
16. North D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press, 1990.
17. Ostrom E. Understanding Institutional Diversity. Princeton University Press, 2005.
18. van der Ploeg F. Natural Resources: Curse or Blessing? Journal of Economic Literature. 2011. Vol. 49. No. 2. P. 366–420.
19. Mehlum H., Moene K., Torvik R. Institutions and the Resource Curse. The Economic Journal. 2006. Vol. 116. P. 1–20.
20. Brunnschweiler C.N., Bulte E.H. The Resource Curse Revisited and Revised: A Tale of Paradoxes and Red Herrings. Journal of Environmental Economics and Management. 2008. Vol. 55. No. 3. P. 248–264.
21. Jean N., Burke M., Xie M., Davis W.M., Lobell D.B., Ermon S. Combining Satellite Imagery and Machine Learning to Predict Poverty. Science. 2016. Vol. 353. No. 6301. P. 790–794.
22. Yeh C., Perez A., Driscoll A. et al. Using Publicly Available Satellite Imagery and Deep Learning to Understand Economic Well-Being in Africa. Nature Communications. 2020. Vol. 11. 2583.
23. Blumenstock J., Cadamuro G., On R. Predicting Poverty and Wealth from Mobile Phone Metadata. Science. 2015. Vol. 350. No. 6264. P. 1073–1076.
24. Mullainathan S., Spiess J. Machine Learning: An Applied Econometric Approach. Journal of Economic Perspectives. 2017. Vol. 31. No. 2. P. 87–106.
25. Varian H.R. Big Data: New Tricks for Econometrics. Journal of Economic Perspectives. 2014. Vol. 28. No. 2. P. 3–28.
26. Lundberg S.M., Lee S.I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30.
27. Molnar C. Interpretable Machine Learning. 2nd ed. 2022.
28. Athey S. The Impact of Machine Learning on Economics. In: The Economics of Artificial Intelligence. University of Chicago Press, 2019.
29. Anselin L. Spatial Econometrics: Methods and Models. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.
30. Elhorst J.P.Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels. Berlin: Springer, 2014.
31. OECD,European Union, European Commission Joint Research Centre. Handbook onConstructing Composite Indicators:Methodology and User Guide.Paris:OECD Publishing,2008.
32. Government of Kenya. Kenya Vision 2030.
33. Commission on Revenue Allocation. Recommendations and Revenue Sharing Frameworks for County Governments. Nairobi: CRA.
34. Office of the Controller of Budget. County Governments Budget Implementation Review Reports. Nairobi.
35. The National Treasury and Economic Planning. Budget Review and Outlook Paper 2025. Nairobi: Government of Kenya, 2025.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089552

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗАВАРИЙНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА: ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ (НА ПРИМЕРЕ ТЕМИРТАУСКОГО ЛПУ УМГ АО «ИНТЕРГАЗ ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ»)

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

АЗАНОВ КУАНЫШ ДАУЛЕТБАЕВИЧ
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *В статье исследована система обеспечения безаварийной эксплуатации газотранспортного оборудования Темиртауского линейного производственного управления УМГ «Караганда» АО «Интергаз Центральная Азия» на основе фактических производственных показателей. Объект характеризуется транспортировкой 2,3 млрд м³ природного газа по 412,693 км эксплуатируемых газопроводов и эксплуатацией 24 единиц основного оборудования при среднем возрасте 7 лет. За анализируемый период зарегистрированы нулевые значения отказов, аварий, инцидентов, утечек, разгерметизаций, внеплановых остановок и аварийных ремонтов; выполнение графика ППР составило 100 %. Проведены 24 противоаварийные тренировки, обучение и проверку знаний прошли 43 работника, затраты на ремонт, диагностику и мероприятия по повышению надежности составили 482 356 415 тенге. Научная задача сформулирована не как объяснение уже произошедших аварий, которых в исходных данных нет, а как переход от реактивной регистрации событий к проактивному управлению риском. Предложена авторская цепочка «источник опасности → риск → барьер → индикатор состояния → корректирующее действие → ожидаемый эффект», дополненная системой опережающих KPI. Показано, что нулевая аварийность является сильным результатом, однако сама по себе не доказывает отсутствие латентных рисков; поэтому совершенствование должно быть направлено на диагностику технического состояния, регистрацию near miss, опасных условий и отклонений, а также риск-ориентированное планирование обслуживания.*

Ключевые слова: *газотранспортное оборудование, магистральный газопровод, безаварийная эксплуатация, надежность, промышленная безопасность, ППР, риск-ориентированное обслуживание, near miss, диагностика, опережающие показатели.*

Введение. Надежность газотранспортной инфраструктуры имеет системное значение: нарушение герметичности или отказ оборудования способен одновременно формировать технологические, экономические, экологические и социальные последствия. АО «Интергаз Центральная Азия» осуществляет транспортировку газа по газотранспортной системе Республики Казахстан; официальный профиль компании указывает на масштабную сеть магистральных газопроводов и компрессорных объектов [1, 2]. В 2024 году по компании фактический объем транспортировки природного газа превысил план, что подчеркивает необходимость устойчивой технической готовности активов [3].

Для магистральных трубопроводов требования промышленной безопасности задают обязательную рамку эксплуатации, технического обслуживания, контроля состояния и предупреждения аварий [4]. Вместе с тем современная логика управления надежностью требует дополнять нормативное соответствие риск-ориентированным управлением. ISO

31000:2018 рассматривает управление риском как интегрированный процесс идентификации, анализа, оценки, воздействия, мониторинга и коммуникации рисков [5], а ISO 55001:2024 связывает управление физическими активами с созданием ценности, обоснованным принятием решений и постоянным улучшением [6].

Исходные данные Темиртауского ЛПУ демонстрируют благоприятную фактическую картину: при транспортировке 2,3 млрд м³ газа и эксплуатации 412,693 км газопроводов не зарегистрированы аварии, отказы, инциденты, утечки и внеплановые остановки; график ППР выполнен на 100 %. Однако для научного анализа принципиально важно не подменять отсутствие зарегистрированных событий утверждением об отсутствии риска. При нулевой статистике аварий невозможно корректно выполнить требуемую расшифровку «авария → причина»; следовательно, исследовательский акцент должен быть перенесен на опережающие индикаторы и потенциальные сценарии отказа.

Цель исследования — разработать направления совершенствования системы обеспечения безаварийной эксплуатации газотранспортного оборудования Темиртауского ЛПУ на основе фактических показателей и риск-ориентированного подхода. Задачи исследования: систематизировать исходные показатели; рассчитать удельные индикаторы; оценить сильные стороны и информационные разрывы; сформировать модель управления риском; предложить набор опережающих KPI и мероприятия по развитию диагностики, ППР и культуры предупреждения происшествий.

Материалы и методы исследования. Информационной базой исследования являются фактические показатели Темиртауского ЛПУ: объем транспортировки газа, протяженность газопроводов, состав и возраст оборудования, показатели аварийности и отказов, выполнение ППР, результаты проверок, количество противоаварийных тренировок и обученных работников, а также затраты на ремонт, диагностику и повышение надежности. Исходный массив содержит 25 показателей и отражает состояние объекта за предоставленный отчетный период.

Методика включает описательную статистику, расчет удельных показателей, логико-факторный анализ, анализ полноты данных, построение риск-ориентированной модели и разработку системы KPI. Методологической рамкой выступают принципы ISO 31000:2018 и ISO 55001:2024 [5, 6]. Ограничение исследования состоит в отсутствии временного ряда и пообъектной расшифровки диагностических параметров. Поэтому статья не приписывает объекту незафиксированные аварии, дефекты или причины отказов, а отделяет факты от предлагаемых инструментов.

Таблица 1 – Фактические показатели эксплуатации Темиртауского ЛПУ

Показатель	Фактическое значение
Объем транспортировки природного газа	2,3 млрд м³
Протяженность эксплуатируемых газопроводов	412,693 км
Основное оборудование	АГРС – 3; УЗПОУ – 2; УЗОУ – 1; УПОУ – 1; КУ – 12; ОК – 5
Всего единиц основного оборудования	24 ед.
Средний возраст оборудования	7 лет
Отказы / аварии / инциденты	0 / 0 / 0
Утечки / разгерметизации	0 / 0
Внеплановые остановки / аварийные ремонты	0 / 0
Выполнение графика ППР	100 %
Проверки / выявленные нарушения	1 / 0
Противоаварийные тренировки	24

Near miss / опасные действия и условия	0 / 0
Обучение и проверка знаний	43 работника
Затраты на ремонт, диагностику и надежность	482 356 415 тг

Исходные данные характеризуют объект как устойчиво работающий в рассматриваемом периоде. Наиболее значимый результат — отсутствие зарегистрированных негативных событий при 100%-ном выполнении графика ППР. Одновременно нулевые значения дефектов, near miss и опасных условий требуют отдельной интерпретации: они могут отражать как высокую надежность, так и недостаточную чувствительность системы регистрации слабых сигналов. Для подтверждения первой гипотезы необходимы диагностические и трендовые данные.

Результаты исследования. Производственная нагрузка и структура технических активов. Расчет производных показателей позволяет перейти от перечня абсолютных значений к сопоставимым характеристикам эксплуатационной нагрузки. При 2,3 млрд м³ транспортированного газа и 412,693 км сети удельный объем транспортировки составляет около 5,57 млн м³ на 1 км. Плотность основного оборудования — 5,82 единицы на 100 км газопровода. На одну единицу основного оборудования приходится около 17,20 км эксплуатируемой сети. Эти показатели не являются нормативами, но формируют количественную базу для дальнейшего сопоставления по годам, участкам и ЛПУ.

Структура оборудования неоднородна: 12 единиц КУ составляют 50 % всего учтенного основного оборудования; 5 единиц ОК — 20,8 %; 3 АГРС — 12,5 %; остальные типы представлены единичными или двумя объектами. Следовательно, при разработке риск-профиля необходимо избегать единой усредненной оценки и формировать паспорта критичности по типам оборудования.

Таблица 2 – Расчетные показатели эксплуатационной нагрузки и ресурсного обеспечения

Расчетный показатель	Формула	Значение
Удельный объем транспортировки	2,3 млрд м³ / 412,693 км	≈ 5,57 млн м³/км
Плотность основного оборудования	24 / 412,693 × 100	≈ 5,82 ед./100 км
Протяженность на 1 ед. оборудования	412,693 / 24	≈ 17,20 км/ед.
Затраты на 1 км сети	482 356 415 / 412,693	≈ 1,169 млн тг/км
Затраты на 1 ед. оборудования	482 356 415 / 24	≈ 20,10 млн тг/ед.
Затраты на 1000 м³ транспортировки	482 356 415 / 2,3 млрд × 1000	≈ 209,72 тг/1000 м³
Тренировки на 1 работника	24 / 43	≈ 0,56
Обученные работники на 1 ед. оборудования	43 / 24	≈ 1,79 чел./ед.

Расчетные коэффициенты целесообразно использовать как базовую линию для динамического анализа. Удельные затраты на 1 км и на 1000 м³ при наличии данных за несколько лет позволят оценивать, сопровождается ли изменение расходов улучшением диагностического покрытия и сохранением безаварийности.

Оценка результативности действующей системы безаварийной эксплуатации. Фактическая нулевая аварийность — ключевой результат рассматриваемого периода. Одновременно отсутствуют отказы, инциденты, утечки, разгерметизации, внеплановые остановки и аварийные ремонты. В совокупности с выполнением графика ППР на 100 % это свидетельствует о высокой текущей операционной устойчивости. Такой результат должен

рассматриваться как достигнутый уровень, который необходимо удерживать, а не как основание для снижения интенсивности контроля.

Особого внимания заслуживает соотношение показателей ППР. В исходных данных количество плановых ремонтов равно нулю, при этом выполнение графика ППР — 100 %. Без содержания самого графика нельзя делать вывод о противоречии: возможно, в отчетном периоде график не предусматривал ремонтов либо учитывал иные профилактические работы. Для прозрачности рекомендуется разделить ППР на техническое обслуживание, диагностику, текущий ремонт, капитальный ремонт, ревизию и испытания с указанием планового и фактического количества.

Нулевое количество выявленных дефектов при затратах 482,356 млн тенге на ремонт, диагностику и повышение надежности не позволяет оценить отдачу затрат. Требуется расшифровка по направлениям: диагностика, обслуживание, ремонт, запасные части, модернизация, противокоррозионная защита, метрологическое обеспечение и обучение. Тогда финансовый показатель может быть связан с техническим эффектом.

Таблица 3 – Интерпретация ключевых показателей безопасности

Показатель	Факт	Научная интерпретация	Направление развития
Аварии, инциденты, отказы	0	Сильный итоговый показатель	Сохранять как lagging KPI
Утечки и разгерметизации	0	Критически важный результат по герметичности	Дополнить параметрами состояния
Внеплановые остановки	0	Высокая эксплуатационная готовность	Вести длительность любых ограничений
Выполнение ППР	100 %	Высокая исполнительская дисциплина	Раскрывать состав ППР
Выявленные дефекты	0	Без объема обследований не измеряет чувствительность диагностики	Ввести диагностическое покрытие
Near miss	0	Недостаточно для оценки проактивной культуры	Развивать регистрацию слабых сигналов
Опасные действия/условия	0	Требует подтверждения аудитами	Ввести наблюдения и классификатор
Противоаварийные тренировки	24	Сильный опережающий показатель	Оценивать качество и результаты
Обученные работники	43	Подтверждает фактический охват	Дополнить оценкой компетентности

Необходимо сочетать итоговые и опережающие показатели. Нулевые аварии — итог работы системы; управлять будущим риском только по итоговой аварийности невозможно. Центральным направлением совершенствования становится наблюдаемость технического состояния и качества профилактических барьеров.

Информационный разрыв и переход к риск-ориентированной логике. В исходном направлении исследования поставлена задача перейти от простого описания деятельности к цепочке «причина → риск → существующая мера → недостаток → предлагаемое мероприятие → ожидаемое снижение риска». Однако фактический массив не содержит аварий, отказов и инцидентов, поэтому их причинная расшифровка за данный период объективно невозможна. Научно корректным решением является профилактическая версия цепочки: «источник

опасности/механизм деградации → потенциальный отказ → последствие → действующий барьер → индикатор состояния барьера → порог вмешательства → корректирующее мероприятие».

Такой переход соответствует ISO 31000, где риск оценивается до реализации нежелательного события, и логике управления активами ISO 55001, предполагающей решения на основе состояния, риска, стоимости и ценности [5, 6]. Практически это означает необходимость реестра механизмов деградации и барьеров. Перечень должен формироваться специалистами ЛПУ применительно к конкретным паспортам и диагностическим данным; приведенные ниже позиции являются методической рамкой, а не утверждением о наличии конкретных дефектов на объекте.

Таблица 4 – Предлагаемая матрица «механизм риска – барьер – индикатор – действие»

Источник/механизм	Потенциальный отказ	Последствие	Барьер	Опережающий индикатор	Действие
Коррозионная деградация	Потеря толщины стенки	Нарушение герметичности	Диагностика, осмотры, защита	Остаточная толщина; скорость коррозии	Ремонт/защита до критерия
Арматура и соединения	Потеря герметичности/работоспособности	Утечка, ограничение режима	ТО, испытания, контроль	Герметичность; отклонения	Обслуживание по состоянию
Средства контроля и автоматики	Недостоверное измерение/несрабатывание	Позднее обнаружение отклонения	Проверки, метрологический контроль	Просрочки поверки; самодиагностика	Поверка/замена
Человеческий фактор	Ошибка операции	Нарушение режима	Обучение, инструкции, тренировки	Результаты тренировок; near miss	Целевое обучение
Внешнее воздействие	Повреждение линейной части	Разгерметизация	Охранные мероприятия, обходы	Нарушения охранной зоны	Усиление контроля

Матрица является авторским инструментом структурирования данных. Ее заполнение фактическими значениями по каждой единице оборудования позволит перейти от нулевой статистики происшествий к измеримому контролю предаварийных состояний.

Авторская модель совершенствования системы. Предлагаемая модель основана на принципе «нулевая аварийность должна подтверждаться измеряемой надежностью барьеров». Она включает пять контуров: паспорт критичности оборудования; мониторинг технического состояния; риск-ориентированное ППР; управление человеческими и организационными факторами; аналитика затрат и эффекта.

Первый контур предполагает присвоение каждой единице оборудования категории критичности по последствиям потенциального отказа и вероятности деградации. Второй — накопление диагностических параметров и трендов. Третий — привязку периодичности и глубины обслуживания не только к календарю, но и к критичности и фактическому состоянию. Четвертый — оценку не количества тренировок как такового, а качества действий персонала. Пятый — сопоставление затрат с технической готовностью и изменением риска.

Для практической реализации предлагается интегральный индекс профилактической надежности Iпн: Iпн = w1·КППР + w2·Кдиаг + w3·Ккомп + w4·Кбар + w5·Крег, где КППР — своевременность профилактических работ; Кдиаг — полнота диагностического покрытия; Ккомп — подтвержденная компетентность персонала; Кбар — доля исправных критических барьеров; Крег — качество регистрации и закрытия отклонений; wi — веса, сумма которых равна 1. В исходных данных достоверно известен только КППР = 1,00, поэтому расчет итогового индекса без дополнительных сведений не возможен.

Таблица 5 – Предлагаемая система опережающих KPI

KPI	Содержание	Ориентир	Доступность
КППР	Доля работ ППР, выполненных в срок	≥ 0,98	Есть: 100 %
Кдиаг	Доля активов, охваченных диагностикой в срок	Устанавливает ЛПУ	Нет
Кбар	Доля критических барьеров без критических отклонений	Стремление к 1,00	Частично
Ккомп	Доля персонала с подтвержденной компетентностью	1,00 для допускаемого персонала	Есть 43, нет знаменателя
Knm	Качественно зарегистрированные near miss	Не ноль любой ценой	Факт: 0
Kclose	Доля корректирующих действий, закрытых в срок	≥ 0,95	Нет
Kcost	Затраты на надежность на 1 км и 1000 м³	Тренд + эффект	Расчет возможен

Система KPI намеренно не стимулирует искусственное удержание near miss на нулевом уровне. В зрелой культуре безопасности слабые сигналы являются источником предупреждающей информации, а результативность оценивается по качеству анализа и закрытия причин.

Экономическая интерпретация затрат на надежность. Фактические затраты на ремонт, диагностику и мероприятия по повышению надежности составили 482 356 415 тенге. В пересчете это около 1,169 млн тенге на 1 км эксплуатируемого газопровода, 20,10 млн тенге на одну учтенную единицу основного оборудования и 209,72 тенге на 1000 м³ транспортированного газа. Эти значения не являются себестоимостью транспортировки: показатель включает только предоставленный блок затрат и используется как удельная характеристика ресурса, направленного на надежность.

Для оценки экономической эффективности требуется декомпозиция затрат и сопоставление с техническими результатами. Предлагается разделять расходы на превентивные и корректирующие. При нулевых аварийных ремонтах основной исследовательский интерес представляет превентивная составляющая: насколько расходы обеспечивают диагностическое покрытие, своевременное устранение отклонений, продление ресурса и снижение вероятности отказа.

Таблица 6 – Удельные экономические показатели обеспечения надежности

Показатель	Значение	Интерпретация
Общие затраты на надежность	482 356 415 тг	Фактический ресурс системы
На 1 км газопровода	≈ 1 168 799 тг/км	Сопоставление участков и периодов
На 1 ед. основного оборудования	≈ 20 098 184 тг/ед.	Требует распределения по объектам

На 1000 м³ транспортировки	≈ 209,72 тг/1000 м³	Нормирование на нагрузку
Аварийные ремонты	0	Положительный итоговый показатель

Экономический анализ становится содержательным при наличии динамики минимум за 3–5 лет. Тогда можно проверить, сопровождается ли изменение удельных затрат сохранением нулевой аварийности, ростом диагностического покрытия и снижением критических отклонений.

Практические мероприятия по совершенствованию. На основании фактических данных предлагается не менять успешно работающую систему радикально, а повысить ее доказательность и проактивность. Первое направление — цифровой паспорт каждой единицы основного оборудования и критического участка линейной части с историей обслуживания, диагностики, отклонений и остаточного ресурса. Второе — единый классификатор дефектов, near miss и опасных условий, позволяющий анализировать слабые сигналы даже при отсутствии аварий.

Третье направление — риск-ориентированная детализация ППР. Показатель «100 % выполнения» должен раскрываться по критичности, срокам, видам работ и просрочкам. Четвертое — развитие противоаварийных тренировок: 24 тренировки являются значительным фактическим объемом, но для оценки результативности необходимо фиксировать сценарий, время реакции, ошибки, повторные действия и закрытие замечаний. Пятое — связь бюджета надежности с техническими индикаторами и риск-профилем.

Таблица 7 – Дорожная карта совершенствования системы безаварийной эксплуатации

Мероприятие	Охват	Новый измеримый результат	Ожидаемый эффект
Цифровые паспорта активов	24 ед. + критические участки	История состояния и решений	Снижение информационных разрывов
Реестр механизмов деградации	По типам оборудования	Классификация потенциальных причин	Раннее выявление риска
Диагностическое покрытие	Все критические активы	Кдиаг и тренды	Обслуживание по состоянию
Детализация ППР	План/факт по видам работ	Прозрачность 100%-ного выполнения	Приоритизация
Near miss и опасные условия	Регистрация и анализ	Наблюдаемость слабых сигналов	Предупреждение событий
Оценка тренировок	24 тренировки как база	Время реакции, ошибки, действия	Рост готовности
Аналитика затрат	482,356 млн тг по направлениям	Связь затрат, состояния и риска	Обоснование бюджета

Предлагаемые меры не основаны на предположении о неудовлетворительной работе ЛПУ. Они направлены на закрепление достигнутой нулевой аварийности и создание доказательной базы, объясняющей, за счет каких барьеров и решений этот результат обеспечивается.

Обсуждение результатов. Полученные результаты демонстрируют методологическую особенность исследований промышленной безопасности: чем лучше фактическая аварийность, тем меньше данных для классического ретроспективного анализа причин. В такой ситуации исследователь не должен конструировать несуществующие происшествия. Научная ценность переносится на анализ экспозиции, барьеров, состояния активов и слабых сигналов.

Темиртауское ЛПУ эксплуатирует 412,693 км газопроводов и 24 единицы основного оборудования при среднем возрасте 7 лет. При данной экспозиции нулевая аварийность является значимым результатом. Вместе с тем одна проведенная проверка и нулевые значения дефектов, near miss и опасных условий не дают достаточного массива для статистического подтверждения отсутствия латентных отклонений. Ключевой вывод состоит не в критике нулевых показателей, а в необходимости расширить пространство измерения.

Предлагаемая модель согласуется с международным подходом к риск-менеджменту: риск должен управляться до события, а решения по активам — учитывать состояние, ценность, стоимость и неопределенность [5, 6]. Национальные правила промышленной безопасности при эксплуатации магистральных трубопроводов формируют обязательный нормативный минимум [4]; риск-ориентированная аналитика дополняет его управленческими инструментами, не заменяя нормативные требования.

Практическая значимость статьи заключается в преобразовании исходных показателей в систему аналитических коэффициентов и конкретный план развития. Для следующего этапа исследования необходимо собрать помесячные или годовые данные минимум за 3–5 лет, а также расшифровку диагностики по каждой единице оборудования. Это позволит применить методы анализа видов и последствий отказов, ранжировать активы и количественно оценить ожидаемое снижение риска от мероприятий [7, 9, 10].

Заключение. 1. Фактические показатели Темиртауского ЛПУ характеризуют высокий достигнутый уровень операционной устойчивости: при транспортировке 2,3 млрд м³ природного газа по 412,693 км газопроводов не зарегистрированы аварии, отказы, инциденты, утечки, разгерметизации и внеплановые остановки; график ППР выполнен на 100 %.

2. В эксплуатации находится 24 единицы основного оборудования со средним возрастом 7 лет. Производственная нагрузка составляет около 5,57 млн м³ на 1 км газопровода, а плотность оборудования — около 5,82 ед. на 100 км.

3. Нулевая статистика происшествий исключает возможность достоверной расшифровки причин аварий и отказов за анализируемый период. Научно корректный вектор — переход к опережающим индикаторам технического состояния и эффективности барьеров.

4. Затраты на ремонт, диагностику и повышение надежности составляют 482,356 млн тенге, или около 1,169 млн тенге на 1 км сети и 209,72 тенге на 1000 м³ транспортированного газа. Для оценки эффективности необходима декомпозиция затрат.

5. Предложена авторская модель «источник опасности → потенциальный отказ → последствие → барьер → индикатор → порог вмешательства → мероприятие», позволяющая развивать систему при отсутствии аварийных событий.

6. В систему KPI рекомендуется включить диагностическое покрытие, исправность критических барьеров, подтвержденную компетентность персонала, регистрацию near miss и опасных условий, своевременность закрытия корректирующих действий и удельные затраты на надежность.

7. Для следующего этапа исследования требуется временной ряд за 3–5 лет и пообъектная диагностическая база. Это позволит количественно ранжировать риски, обосновать интервалы ППР и оценить экономический эффект мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. АО «Интергаз Центральная Азия». О компании [Электронный ресурс]. Официальный сайт. Дата обращения: 03.09.2026.
2. АО «Интергаз Центральная Азия». Транспортировка газа [Электронный ресурс]. Официальный сайт. Дата обращения: 03.09.2026.
3. АО «Интергаз Центральная Азия». Отчетная встреча руководства перед трудовым коллективом по итогам деятельности в 2024 году [Электронный ресурс]. Дата обращения: 03.09.2026.
4. Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации магистральных трубопроводов: приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 354 (с изм. и доп.) // ИПС «Әділет».
5. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
6. ISO 55001:2024. Asset management — Asset management system — Requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2024.
7. IEC 31010:2019. Risk management — Risk assessment techniques. Geneva: International Electrotechnical Commission, 2019.
8. ISO 55000:2024. Asset management — Vocabulary, overview and principles. Geneva: International Organization for Standardization, 2024.
9. Muhlbauer W.K. Pipeline Risk Management Manual: Ideas, Techniques, and Resources. 3rd ed. Burlington: Gulf Professional Publishing, 2004.
10. Modarres M. Risk Analysis in Engineering: Techniques, Tools, and Trends. Boca Raton: CRC Press, 2006.

УДК 332.1
https://doi.org/10.5281/zenodo.23089558

АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫМ РАЗВИТИЕМ КЕНИИ: ОТ ДАННЫХ И ДИАГНОСТИКИ К УПРАВЛЕНЧЕСКОМУ ЦИКЛУ

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА
Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

FAYEZ WAZANI ABDUL WALID
Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

THUKU HARRISON
Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. *Цифровизация регионального управления обычно начинается с накопления статистических данных, автоматизации отчётности и создания информационных панелей. Однако увеличение объёма доступной информации само по себе не гарантирует повышения качества государственных решений. Если данные о ресурсах, инфраструктуре, человеческом капитале, экономической активности, занятости, бюджете и бедности существуют раздельно, государственная система получает множество показателей, но не обязательно получает целостное понимание механизма территориального развития. Следовательно, следующим этапом цифровой трансформации становится создание систем, способных не только собирать информацию, но и связывать её с диагностикой, прогнозированием, объяснением, выбором управленческого воздействия и последующей оценкой результата [6, 14, 15, 16, 17, 33]. В статье разработана архитектура интеллектуальной системы поддержки решений для управления региональным развитием Кении применительно к 47 округам страны. Предлагаемая система строится не как автономный механизм принятия государственных решений, а как многоуровневая аналитико-управленческая среда, обеспечивающая последовательное преобразование данных в диагностическую гипотезу, прогноз, набор возможных воздействий и доказательную основу для институционального решения [2, 13, 19, 20, 21, 29]. В основу архитектуры положен разработанный ранее ресурсно-трансформационный контур: ресурсный потенциал → инфраструктурная доступность → кадровая реализуемость → экономическая активность → трудовое включение → качество занятости → благосостояние населения [22, 23].*

Для каждого этапа формируются собственные показатели и диагностические разрывы. Интеллектуальная система объединяет индекс ресурсного потенциала (ИРП), коэффициент инфраструктурной связанности (КИС), экономически доступный ресурсный потенциал (ЭДРП), коэффициент соответствия компетенций (КСК), продуктивно доступный ресурсный потенциал (ПДРП), институциональную пропускную способность (ІРС), индекс качества трудового включения (ИКТИ), условный ресурсно-социальный разрыв (УРСР), а также показатели устойчивости диагноза и качества исходных данных [18, 19, 20, 21, 22, 23].

Предлагается семиуровневая архитектура: информационный, диагностический, прогнозный, объяснительный, сценарный, институционально-решающий и контрольно-обучающий уровни. Принципиальным является разделение вычислительной и нормативной функций. Искусственный интеллект может обнаруживать аномалии, прогнозировать вероятную траекторию, анализировать взаимодействия факторов и сравнивать сценарии,

но не должен самостоятельно определять общественные цели, распределять бюджетные средства или принимать решения, существенно затрагивающие права конкретного человека. [19, 20]. Такой подход согласуется с законодательной и институциональной средой Кении. County Governments Act требует от округов интегрированного планирования, систематического сбора и обновления данных и формирования ГИС-баз, а также связывает планирование с бюджетированием и показателями результата. Public Investment Management Regulations 2022 предусматривают стандартизированный цикл государственных инвестиций от идентификации проблемы и оценки осуществимости до реализации, мониторинга, закрытия и оценки воздействия. Национальная стратегия ИИ Кении 2025–2030, официально запущенная 27 марта 2025 г., строится вокруг цифровой инфраструктуры ИИ, управления данными и ИИ, а также исследований, инноваций и коммерциализации [2, 13, 3, 4, 5, 9].

Дополнительное внимание уделено контролю качества моделей, журналированию решений, разделению версии данных и версии алгоритма, оценке уверенности в прогнозе, предотвращению временной и пространственной утечки информации, а также сохранению человеческого контроля. Data Protection Act Кении закрепляет право человека не подвергаться исключительно автоматизированному решению, если оно создаёт юридические либо иные существенные последствия, и предусматривает возможность пересмотра такого решения человеком [11, 12, 16, 17, 33, 35]. Научная новизна исследования заключается в построении замкнутой интеллектуальной архитектуры регионального управления, где ИИ не подменяет государственную систему, а повышает её способность видеть функциональные разрывы, сравнивать альтернативные траектории и накапливать институциональную память о результатах предыдущих вмешательств. Конечным продуктом системы становится не автоматическое решение, а структурированное управленческое досье, содержащее диагноз, доказательность, прогноз, неопределённость, возможные сценарии и ожидаемые последствия альтернатив [19, 20, 29, 30, 31, 33].

Ключевые слова: *Кения, искусственный интеллект, региональное развитие, система поддержки решений, ресурсный потенциал, региональная бедность, диагностическое управление, управление на основе данных, объяснимый искусственный интеллект, государственные инвестиции, территориальные различия, институциональное обучение, 47 округов Кении [2, 13, 6, 14, 15, 19].*

Цифровая трансформация государственного управления нередко начинается с технической задачи: собрать больше данных и сделать их быстрее доступными руководителю. Это необходимый этап. Но он не является конечным.

Если руководитель получает сто показателей вместо двадцати, его информационная обеспеченность увеличивается. Однако количество возможных интерпретаций также возрастает. Показатели могут противоречить друг другу.

Экономика округа растёт, а бедность сокращается медленно [6, 14, 15]. Доля занятых увеличивается, но значительная часть новых рабочих мест относится к низкопроизводительному неформальному сектору. Инфраструктура расширяется, но локальное производство реагирует слабее ожидаемого. Бюджет на развитие утверждён, но его исполнение остаётся ограниченным. В подобных условиях проблема государственного управления состоит уже не в нехватке цифр. Проблема заключается в понимании связи между ними. Именно поэтому информационная система и система поддержки решения представляют разные уровни зрелости.

Первая отвечает: какие данные имеются? Вторая должна помочь ответить: что эти данные означают для конкретного управленческого решения? Различие принципиально. Предположим, в округе высокий уровень бедности. Обычная информационная система показывает его на карте. Расширенная система добавляет: уровень GCP; занятость; инфраструктуру; образование; бюджет; природные ресурсы. Диагностическая система идёт

дальше и задаёт вопрос: почему при данной комбинации возможностей фактический социальный результат оказался именно таким? Интеллектуальная система поддержки решений должна продолжить последовательность: что произойдёт, если ничего не менять; какие функциональные узлы формируют отклонение; какие варианты воздействия существуют; какой из них наиболее реалистичен; какова неопределённость оценки; что произошло после реализации выбранной меры.

Таким образом, возникает цепь: данные → информация → диагноз → прогноз → сценарий → решение → результат → новое знание. Именно она становится объектом настоящей статьи. Необходимость подобной системы для Кении объясняется характером территориального устройства страны. 47 округов являются не просто статистическими единицами [2,13]. Они обладают собственной системой планирования, бюджетирования и реализации региональных программ[3,4,5]. County Governments Act устанавливает обязательность планирования на уровне округа и требует интегрировать экономическое, физическое, социальное, экологическое и пространственное измерения. Закон отдельно предусматривает систематический сбор, хранение и обновление данных и создание ГИС-базы для планирования [2, 13]. Пятилетний интегрированный план округа должен содержать цели, результаты, механизмы реализации, мониторинг и показатели эффективности, а десятилетний пространственный план — определять в том числе зоны стратегического вмешательства и приоритетного финансирования[2,13,9,10]. То есть институциональная потребность в комплексном анализе уже встроена в саму систему регионального управления [19,20]. Одновременно существует значительная территориальная неоднородность. По официальным данным KNBS, национальная доля населения ниже общей черты бедности в 2022 г. составляла 39,8%, то есть более 20 млн человек [6,14,15]. Однако единый национальный показатель скрывает принципиально разные территориальные состояния. Экономическая статистика также формируется на уровне округов: KNBS в декабре 2025 г. опубликовало очередной выпуск Gross County Product, позволяющий сопоставлять масштабы и структуру региональных экономик. [7, 8]. Появляется возможность объединить два типа знания: что создаёт территория и какой социальный результат получает её население. Но даже это ещё недостаточно. Между экономической активностью и благосостоянием существуют инфраструктура, человеческий капитал, занятость, качество работы, институциональная способность и множество внешних факторов [19, 20, 21].

Поэтому интеллектуальная система должна строиться не вокруг одного прогнозируемого показателя, а вокруг модели территориального преобразования [21]. В предыдущих исследованиях для этого был сформирован последовательный контур: ИРП → КИС → ЭДРП → КСК → ПДРП → экономическая активность → занятость → ИКТИ → благосостояние → УРСР[18]. Каждый показатель имеет собственную аналитическую функцию. ИРП показывает исходную ресурсную возможность. КИС — инфраструктурную возможность использовать её. ЭДРП — ту часть ресурса, которая становится экономически доступной. КСК показывает, соответствует ли человеческий капитал структуре экономического спроса[21]. ПДРП отражает ресурсную возможность, обеспеченную инфраструктурой и компетенциями [21]. После этого анализируется реальная экономика. Затем рынок труда. И только после него конечное благосостояние. Такая последовательность позволяет отличить: нехватку ресурса от неспособности использовать ресурс. Это одно из наиболее важных различий всей модели. На следующем этапе были введены инструменты искусственного интеллекта. Но ИИ сознательно не был поставлен в начало системы. Сначала формируется предметная модель. Затем данные. И только после этого алгоритм. Это позволяет избежать одной из центральных ошибок цифрового управления: поиска закономерности без предварительного определения экономического смысла искомой закономерности. Статья переводит разработанную методологию на уровень архитектуры системы поддержки решений. Под архитектурой понимается не конкретная программа и не пользовательский интерфейс. Речь идёт о функциональном устройстве системы: какие данные ей необходимы;

какими аналитическими модулями она должна обладать; как информация перемещается между ними; где выполняется автоматический расчёт; где необходимо участие эксперта; какой результат передаётся лицу, принимающему решение; как фиксируется итоговое решение;

как последующий результат возвращается в систему.

Цель исследования — разработать архитектуру интеллектуальной системы поддержки решений для регионального управления Кении, обеспечивающую переход от территориальных данных к диагностике, прогнозированию, сценарному анализу, выбору воздействия и институциональному обучению [19, 20, 29, 30, 31].

Для достижения цели решаются задачи формирования функциональных уровней системы, разработки структуры регионального досье, определения правил движения аналитического сигнала, установления границ автоматизированного решения, построения контура контроля качества моделей и формирования механизма накопления управленческой памяти [11,12]. Основная исследовательская гипотеза состоит в следующем: наибольшая ценность искусственного интеллекта для регионального управления возникает не при передаче алгоритму права выбора решения, а при использовании ИИ для последовательного сокращения неопределённости между исходными данными и ответственным человеческим решением [16, 17, 33, 29, 30, 31].

Информационные технологии могут использоваться государством на различных уровнях зрелости. На первом уровне система хранит данные. На втором — объединяет их. На третьем — рассчитывает показатели. На четвёртом — обнаруживает отклонения. На пятом — прогнозирует. На шестом — анализирует альтернативные решения. Эти уровни не являются взаимозаменяемыми. Наличие современной цифровой платформы ещё не означает наличия интеллектуального управления.

Если электронная система просто быстрее показывает тот же набор показателей, изменяется скорость работы, но не обязательно изменяется качество управленческого мышления. Поэтому предлагается разграничить четыре типа систем.

Тип системы	Основная функция	Типичный результат
Учётная	регистрация факта	данные
Аналитическая	обработка показателей	отчёт
Диагностическая	поиск отклонения и слабого узла	диагноз
Система поддержки решений	сравнение сценариев и последствий	управленческое досье
Тип системы	Основная функция	Типичный результат
Учётная	регистрация факта	данные
Аналитическая	обработка показателей	отчёт

Разрабатываемая система относится к четвёртому уровню. Но она включает функции предыдущих. Основная единица системы. Центральной единицей предлагается считать региональное управленческое событие. Оно возникает тогда, когда система фиксирует состояние, требующее анализа или решения. Например: УРСР округа превышает установленный диагностический порог; G_2 устойчиво увеличивается; резко ухудшается ИКТИ; инфраструктурный проект завершён, но ожидаемого изменения G_1 не происходит; прогноз бедности показывает существенное ухудшение; новый инвестиционный проект способен существенно изменить КИС [3, 4, 5]. Таким образом, система не должна постоянно выдавать руководителю тысячи показателей. Она должна различать: обычное наблюдение и событие, требующее внимания. Обозначим событие: $E_i,t = \{S; \Delta; C; T\}$, где: S — тип сигнала; Δ — величина отклонения; C — достоверность; T — срочность. Такое событие запускает диагностический процесс. Это похоже на инженерные системы мониторинга, где нормальное

состояние не требует вмешательства, а отклонение переводит систему в режим анализа. Однако региональная экономика значительно сложнее технического объекта.

Поэтому порог не должен автоматически означать проблему. Он означает: «необходимо проверить». Система не должна генерировать решения слишком рано. Одна из опасностей автоматизации состоит в желании сократить путь: сигнал → рекомендация. Например: система видит низкий КИС; выдаёт: «построить дорогу». Подобная архитектура неверна. Между этими этапами необходимы: локализация инфраструктурного ограничения; проверка качества данных; сравнение альтернатив; оценка причинной доказательности; проверка бюджета; оценка институциональной готовности. Поэтому правильная последовательность: сигнал → диагностика → гипотеза → проверка → сценарии → решение. ИИ помогает на каждом промежуточном шаге, но не сокращает их до одного. Модель зрелости регионального решения. Можно определить уровень аналитической зрелости решения: L_0 — решение основано преимущественно на наблюдаемом показателе; L_1 — установлено отклонение; L_2 — локализован слабый узел; L_3 — сформирована экономическая гипотеза; L_4 — гипотеза получила эмпирическую поддержку; L_5 — сопоставлены альтернативные воздействия; L_6 — определены риски и неопределённость; L_7 — решение принято и включено в цикл последующей оценки. Такой подход позволяет оценивать не только проект, но и качество основания, на котором он был выбран.

Например, два одинаковых проекта могут иметь принципиально разную управленческую зрелость. Первый возник потому, что объект давно находился в политическом перечне. Второй — потому, что диагностическая система показала ограничение, были рассмотрены несколько альтернатив и выбран наиболее обоснованный вариант. Даже если оба проекта окажутся полезными, второй создаёт больше институционального знания [19, 20]. Связь с государственным инвестиционным циклом. Это особенно хорошо сочетается с системой PIM Кении. Public Investment Management Regulations 2022 прямо определяют полный цикл: идентификацию и планирование проекта, предварительную оценку, оценку осуществимости, отбор для бюджетирования, реализацию, мониторинг и оценку, закрытие, устойчивость и оценку воздействия [3, 4, 5]. Интеллектуальная система не должна заменять данный цикл. Она может повысить качество информационного входа в него. До предварительной оценки:

почему проект необходим? Во время оценки: какие альтернативы существуют?

Перед бюджетированием: насколько устойчив ожидаемый эффект? После реализации: изменился ли исходный диагностический разрыв? Таким образом, система поддержки решений становится аналитическим слоем вокруг существующей институциональной процедуры[19,20]. Это значительно реалистичнее попытки создать отдельный «ИИ-центр», который будет самостоятельно формировать государственные решения. Функциональная архитектура интеллектуальной системы. Предлагаемая система включает семь взаимосвязанных уровней. Они не являются семью отдельными программами. Это семь различных функций единого управленческого контура.

Общая архитектура: данные → диагностика → прогноз → объяснение → сценарии → институциональное решение → контроль и обучение [19, 20]. Информационный уровень. Это фундамент системы. Он получает данные из нескольких источников: официальной статистики; административных систем; бюджетных данных; ГИС; отраслевых реестров; данных инфраструктуры; опросов домохозяйств; результатов государственных программ. Для каждого значения должен существовать паспорт данных: PD = {территория; показатель; период; дата доступности; источник; методика; единица; пространственная точность; качество}. Это необходимо потому, что одинаковая цифра может иметь разный уровень доверия. Например: официальная статистическая оценка; административный учёт; экспертная оценка; модельное значение не должны попадать в систему как равнозначные факты. Диагностический уровень. Здесь формируется ДПО — диагностический паспорт округа. Он

содержит: ресурсный профиль; ИРП; КИС; ЭДРП; КСК; ПДРП; IPC; экономический профиль; ИКТИ;

бедность; УРСР; G_1–G_3; качество данных. Результат не должен выглядеть как один балл. Правильнее использовать карту состояния. Например:

Узел	Состояние	Разрыв	Уверенность
Ресурсный потенциал	высокий	—	высокая
Инфраструктура	низкая	высокий	высокая
Компетенции	средние	умеренный	средняя
Экономическая реализация	низкая	высокий	высокая
Трудовое включение	среднее	низкий	средняя
Благосостояние	низкое	высокий	высокая

Такая таблица уже содержит больше управленческого смысла, чем один рейтинг. Прогнозный уровень. Он отвечает: что вероятно произойдёт при сохранении текущей траектории? Например: $\hat{P}_i,t+1 = f(P_i,t, X_i,t)$. Но прогнозируется не только бедность. Можно прогнозировать: GCP; занятость; ИКТИ; бюджетное исполнение; УРСР; вероятность смены территориального типа. Особенно интересен прогноз слабого узла: $P(DDB_i,t+1 = k \mid X_i,t)$. То есть:

какое ограничение с наибольшей вероятностью станет доминирующим в следующем периоде? Это уже переход от реактивного управления к упреждающему. Объяснительный уровень. Если прогноз показывает отклонение, необходимо определить: почему алгоритм его сформировал? Здесь используются методы объяснимого ИИ. Но отдельные признаки группируются по функциональным блокам: ресурс; инфраструктура; человеческий капитал; институты; экономика; труд; социальная устойчивость; шоки. Для каждого округа формируется объяснительный профиль: $ОП_i = \{ФR; ФI; ФH; ФG; ФE; ФL; ФW; ФS\}$. Он показывает структуру модельного объяснения. Но система должна рядом отображать предупреждение: «модельный вклад не является доказанным причинным эффектом»[37, 38]. Это не юридическая формальность. Это защита от принципиально неправильного применения аналитики. Сценарный уровень. На этом уровне формируется не одно предложение, а несколько вариантов. Например: сценарий A — модернизация транспортной инфраструктуры; сценарий B — развитие локальной переработки; сценарий C — профессиональная подготовка + переработка; сценарий D — сначала институциональная подготовка, затем капитальный проект [19, 20]; сценарий E — отсутствие нового проекта и завершение уже начатых. Для каждого оцениваются: ожидаемый эффект; стоимость; срок; риск; институциональная исполнимость; распределительный эффект; доказательность; неопределённость.

Система не обязана выбирать победителя. Она способна показать границу рациональных альтернатив. Институционально-решающий уровень. Здесь заканчивается автоматическая аналитика. Лицо или орган, уполномоченный принимать решение, получает управленческое досье. Предлагаемая структура досье: проблема; сила диагностического сигнала; качество данных; слабый узел;

прогноз без вмешательства; объяснение; альтернативы; ожидаемые последствия;

риск; бюджетная нагрузка; правовые ограничения; заключение эксперта. После этого фиксируется: принятое решение; основание; отклонение от рекомендованных сценариев, если оно имеется. Последний пункт очень важен.

Руководитель имеет право не согласиться с моделью. Но система должна сохранить этот факт. Тогда позднее можно проверить, какой выбор оказался лучше. Это не контроль человека алгоритмом. Это формирование институциональной памяти. Контрольно-обучающий

уровень. После реализации решение возвращается в систему. Например, прогноз предполагал: КИС +0,15;

G_1 –0,12; занятость +4%; бедность –2 п.п. через три года. Через три года фиксируется факт. После этого: Ошибка эффекта = Факт – Прогноз. Если ошибки систематические, модель пересматривается. Если прогноз был верным, доказательная база усиливается. Таким образом система становится обучающейся.

Интеллектуальная система может стать опасной не потому, что ИИ «слишком умный», а потому, что результат выглядит более точным, чем его реальная информационная основа. Например: прогноз бедности — 47,36%. Число выглядит убедительно. Но если исходная официальная оценка сама имеет заметную статистическую погрешность, два знака после запятой не означают реального знания. Поэтому архитектура должна контролировать ложную точность. Три вида неопределённости. Предлагается различать: неопределённость данных; неопределённость модели; неопределённость будущего. Первая возникает из: ошибок обследования; пропусков; низкой географической детализации; различий методологии. Вторая: из выбора алгоритма; спецификации; параметров; ограниченной выборки. Третья: из событий, которых нет в исторических данных: засухи; ценового шока; новой технологии; политического изменения. Нельзя объединять их в одно число без пояснения. Индекс доверия к аналитическому результату. Для каждого вывода предлагается: КДА = f(QD; MS; TS; ES), где: QD — качество данных; MS — межмодельная устойчивость; TS — временная устойчивость; ES — устойчивость объяснения. Например: КДА = высокий; КДА = средний; КДА = низкий. Руководитель должен видеть этот показатель рядом с прогнозом. Иначе система провоцирует воспринимать все результаты одинаково. Версионность. Для каждого расчёта необходимо хранить: версию набора данных; версию формулы индекса; версию модели; дату расчёта; набор признаков; метрики проверки.

Обозначим аналитический объект: $A_v = \{D_v; M_v; F_v; T\}$. Это необходимо для воспроизводимости. Если через два года изменится метод расчёта ИРП, система должна уметь отличить: реальное изменение ресурсной позиции от изменения методики. Проверка модели до применения. Любая прогнозная модель должна иметь паспорт. Например: обучающий период; проверочный период; MAE; RMSE; R^2; ошибка по группам округов; ошибка беднейших территорий; устойчивость во времени; пространственная переносимость. Модель не должна попадать в рабочий контур только потому, что имеет высокий R^2 [29, 33, 34].

Если она систематически хуже прогнозирует наиболее уязвимые округа, это управленчески критично. Контроль сдвига данных. Экономическая система изменяется. Значит, распределение данных также меняется. Модель, обученная на старой экономике, постепенно теряет качество. Можно рассчитывать: DS = distance(P(X), Ptrain(X)), где: DS — показатель изменения структуры данных. Если DS превышает порог, модель проходит внеочередную проверку. Это особенно важно после: крупного инфраструктурного проекта; пандемии; изменения административной системы; сильного климатического события. Нельзя автоматически дообучать модель на любом новом результате. Это ещё один важный принцип. Предположим государство реализовало проект на основании прогноза модели. После этого новый результат становится частью данных. Если алгоритм автоматически дообучается, возникает риск: модель обучается на последствиях собственных рекомендаций. Это не обязательно плохо. Но необходимо сохранять происхождение наблюдения. Поэтому данные должны содержать: естественное наблюдение или состояние после управленческого вмешательства. Иначе оценка закономерностей может постепенно становиться эндогенной собственной политике. Правовая граница. Data Protection Act Кении уже содержит важное ограничение: человек имеет право не подвергаться решению, основанному исключительно на автоматизированной обработке, если такое решение существенно влияет на него. Предусмотрена также возможность требовать пересмотра решения [11,12]. Поэтому предлагаемая система должна изначально проектироваться преимущественно как: территориальная система поддержки решений, а не как:

автоматическая система оценки гражданина. Основной объект: округ; региональный проект; территориальная программа; экономический сценарий. Если система в будущем используется для решений на уровне отдельных лиц, потребуется существенно более строгая архитектура защиты данных, прозрачности и права на пересмотр. Вопрос «кто должен принимать решение — человек или ИИ?» поставлен слишком упрощённо. Государственное решение состоит из разных операций. Часть из них можно автоматизировать. Часть — нельзя передавать алгоритму без потери легитимности[16, 17, 33]. Поэтому необходимо определить распределение функций.

Операция	ИИ	Эксперт	Уполномоченный орган
Проверка аномалий	да	контроль	—
Прогноз	да	проверка	—
Объяснение прогноза	да	интерпретация	—
Формирование вариантов	да	дополнение	—
Оценка рисков	да	проверка	—
Причинное заключение	вспомогательно	да	—
Определение общественных приоритетов	нет	консультативно	да
Выбор проекта	нет	рекомендация	да
Распределение бюджета	нет	аналитика	да
Контроль результата	да	да	да

Здесь находится центральный принцип всей архитектуры: ИИ отвечает за вычислительную сложность; институт — за ответственность. [16, 17, 33, 19, 20]

Почему алгоритм не должен определять общественные веса. Предположим сравниваются две меры. Первая максимально увеличивает общий доход. Вторая меньше влияет на общий результат, но сильнее помогает наиболее бедным. Чтобы выбрать, необходимо определить: что важнее? Это не статистический вопрос. Это нормативное решение. Алгоритм способен рассчитать последствия обоих вариантов. Но он не имеет собственной легитимной позиции по вопросу справедливости [16, 17, 33]. Если веса обучить на прошлых бюджетах, система воспроизведёт прошлую политику. Если разработчик выберет веса самостоятельно, личные предпочтения разработчика незаметно превратятся в государственную норму. Поэтому веса должны определяться: законом; официальной политикой; бюджетной процедурой; общественным участием; решением уполномоченных органов. ИИ обеспечивает анализ чувствительности: при одних приоритетах лучше А; при других — В. Право человека не согласиться с моделью. Ответственная система должна допускать экспертное несогласие. Но оно не должно исчезать бесследно. Пусть: RAI — рекомендация системы; R_H — принятое человеком решение. Если: RAI ≠ RH, фиксируется основание отклонения. Например: политическое обязательство; новая информация; неучтённый риск; юридическое ограничение; общественное мнение; ошибка данных. Позднее результат сравнивается. Так появляется возможность определить: когда ИИ ошибался; когда человек правильно отклонял алгоритмический вывод; когда решение человека было хуже. Это невероятно важный массив для институционального обучения [19,20]. Доверие должно строиться не на «умности» системы. Пользователь должен доверять системе не потому, что она использует ИИ. Доверие должно формироваться через: воспроизводимость; понятную

методологию; версионность; видимую неопределённость; возможность проверить источник; журнал решений; право оспорить вывод. То есть: доверие = проверяемость, а не технологическая сложность. Два интерфейса знания. У системы должны существовать минимум два уровня представления. Первый — аналитический. Для исследователя: формулы; распределения; остатки; метрики моделей; пространственная статистика; SHAP; чувствительность. Второй — управленческий. Для руководителя: что изменилось; почему система считает это значимым; насколько уверена; какие есть варианты; какой риск; что требуется решить. Если руководителю показывать только технический массив, интеллектуальная система превращается в инструмент аналитика. Если скрыть методологию и оставить только красивый индикатор, появляется непрозрачный «чёрный ящик».

Нужны оба слоя.

Создание подобной системы сразу в национальном масштабе было бы методологически рискованным. Сначала необходимо проверить: доступность данных; качество индексов; работоспособность прогнозов; понятность диагностических сигналов; реальную полезность для управленческого процесса.

Поэтому предлагается поэтапное пилотирование. Начальный контур. На первом этапе не требуется включать сотни показателей. Достаточно сформировать ядро: бедность; GCP; занятость; инфраструктура; ресурсный потенциал; образование;

исполнение бюджета; основные социальные показатели. Главная цель первого этапа — не максимальная полнота. Необходимо проверить: способна ли система правильно связывать показатели в диагностическую последовательность? Выбор пилотных территорий. Рационально выбрать округа разных типов. Например:

территорию с высокой экономической активностью; ресурсную территорию с высокой бедностью; аридный округ; аграрную территорию; быстрорастущий округ; городскую агломерацию. При этом конкретное присвоение типов должно делаться только после расчётов, а не заранее на основании репутации округа. Пилот должен содержать контрастные конфигурации, чтобы проверить способность модели различать механизмы. Первый результат пилота. Для каждого округа формируется: ДПО; карта функциональных разрывов; прогноз; объяснительный профиль; достоверность; 2–5 сценариев возможного воздействия. Затем эти результаты сравниваются с: County Integrated Development Plan; фактическими бюджетными приоритетами; экспертным заключением; историей проектов. Самое интересное — не только совпадение.

Если система показывает инфраструктурный разрыв, а официальный план считает главным ограничением образование, именно расхождение представляет исследовательскую ценность [21]. Необходимо установить: модель ошибается;

план основан на более полной информации; данные устарели; оба фактора взаимодействуют. Следующий этап — ретроспективная проверка. Можно взять уже реализованные проекты. Например: известно состояние округа до вмешательства; известен проект; есть данные после. Система работает так, будто находится в прошлом. Она формирует диагноз и прогноз. Затем сравнивается с фактически реализованным решением и последующим результатом. Это позволит проверить не только прогнозную точность, но и практическую диагностическую ценность. Институциональная готовность. Даже идеальная система бесполезна, если государственный процесс не способен использовать её результаты. Поэтому необходимо оценить: наличие аналитиков; способность работать с ГИС; качество данных; процессы обновления; право доступа; ответственность за проверку модели; механизм передачи сигнала в планирование. County Governments Act уже требует от плановых подразделений округов собирать, обновлять и хранить данные и поддерживать ГИС-базы, что создаёт правовую основу для такой функции [2,13]. Институциональная способность нельзя считать заданной. Финансовая статистика подтверждает это особенно наглядно. В 2024/25 финансовом году утверждённые расходы развития округов составляли около 219 млрд KSh, фактические — около 123,8 млрд KSh, то есть уровень исполнения составил 56,5%, тогда как

по текущим расходам — 90,7% [40]. Это означает, что между: решением и результатом существует отдельный государственный механизм. Следовательно, интеллектуальная система должна диагностировать и его. Например: проект рекомендован; проект одобрен; финансирование выделено; но реализация задерживается. Система должна определить: проблема больше не находится в первоначальном региональном узле; теперь слабый узел — исполнение государственного решения. Так возникает двухконтурная диагностика: территориальный контур и

управленческий контур. Показатели успешности самой системы. Интеллектуальная система также должна иметь KPI. Но не: «сколько прогнозов сделано». Более содержательные показатели: доля диагностических сигналов, подтверждённых дальнейшим анализом; улучшение прогнозной точности; сокращение времени между появлением отклонения и его обнаружением; доля решений, для которых сравнивались альтернативы; точность ожидаемого эффекта; снижение количества проектов с низкой доказанностью; изменение качества бюджетной приоритизации; количество выявленных случаев перемещения слабого узла; степень использования обратной связи. Например, вводится: КДП = Nподтв / Nсигн, где: КДП — коэффициент диагностического подтверждения; Nподтв — число сигналов, подтверждённых последующим анализом; Nсигн — общее число диагностических сигналов. Отдельно: ОЭ = |Rфакт – Rпрогноз|, где ОЭ — ошибка ожидаемого эффекта. Если она уменьшается со временем, система действительно учится. Национальное масштабирование. Только после пилотирования система расширяется до 47 округов [2, 13]. На этом этапе наиболее важен не единый национальный рейтинг.

Наоборот. Система должна позволять видеть различные типы механизма. Национальный уровень получает: карту разрывов; пространственную концентрацию рисков; межокружные зависимости; портфель крупных инфраструктурных потребностей; прогноз территориальных траекторий. Округ получает: собственный ДПО; слабые узлы; сценарии; историю решений; сопоставимые территории. Так национальное управление и управление округа работают с одной информационной архитектурой, но с разными уровнями детализации.

Создание интеллектуальной системы поддержки решений представляет собой качественно иной этап цифровизации регионального управления по сравнению с автоматизацией отчётности или построением информационных панелей. Главное различие состоит в том, что обычная цифровая система работает преимущественно с данными о состоянии.

Интеллектуальная система должна работать с логикой перехода между состояниями. Она должна видеть не только: сколько ресурсов имеется; сколько километров дорог построено; сколько людей обучено; сколько рабочих мест создано; каков уровень бедности. Она должна связывать эти факты. Ресурс должен пройти в инфраструктурно доступное состояние. Доступный ресурс должен получить кадровую и технологическую возможность реализации. Производственная активность должна создавать занятость. Занятость должна формировать достаточный и устойчивый доход. Доход должен преобразовываться в благосостояние. Государственное решение, в свою очередь, должно пройти: диагностику → планирование → финансирование → исполнение → контроль → результат. Следовательно, существуют два параллельных преобразовательных контура: контур развития территории и контур государственного управления. Первый преобразует возможности в благосостояние. Второй — информацию в воздействие. Устойчивый региональный результат возможен только при работоспособности обоих. Это является первым центральным выводом статьи. Второй вывод состоит в том, что интеллектуальная система не должна проектироваться вокруг одного алгоритма.

Архитектура важнее конкретной модели. Алгоритм сегодня может быть случайным лесом. Завтра — другой метод. Но неизменной должна оставаться логика: откуда пришли данные; что они измеряют; каким образом возник диагноз; какую неопределённость он имеет; почему сформирован прогноз; какие альтернативы рассматривались; кто принял решение; что

произошло фактически. Если эта цепь не сохраняется, смена алгоритма разрушает доверие и воспроизводимость [29, 33, 34]. Следовательно: интеллект системы находится не только в модели, а в архитектуре движения знания. Третий вывод касается данных. Современные государства способны накопить огромные информационные массивы. Но интеллектуальное управление требует не максимального количества данных, а их согласованности. Один хороший сопоставимый показатель иногда ценнее десяти плохо синхронизированных. Поэтому каждый элемент системы должен иметь информационный паспорт. Особенно важны: время; источник; методика; пространственная точность; качество. Принцип: «неизвестно не равно нулю» здесь приобретает системное значение. Плохо исследованная территория не должна автоматически выглядеть беднее ресурсами только потому, что государство меньше о ней знает. Именно такие ошибки ИИ способен не только воспроизводить, но и усиливать. Четвёртый вывод заключается в необходимости трёхслойного представления каждого диагноза: что наблюдается; какое отклонение выявлено; насколько мы уверены в этом выводе. То есть: состояние → разрыв → достоверность. Это принципиально более зрелая конструкция, чем обычный индикатор риска. В государственном управлении нельзя одинаково реагировать на два сигнала одинаковой величины, если один подтверждён несколькими источниками и моделями, а другой основан на слабых данных. Поэтому неопределённость должна быть не скрытым техническим параметром, а частью управленческой информации [29, 33, 34]. Пятый вывод касается ИИ. Наиболее полезной его функцией является не автоматическое принятие решения. Его преимущество находится в другом: человек ограничен количеством взаимодействий, которые способен одновременно анализировать. ИИ способен просматривать тысячи комбинаций. Именно поэтому он полезен для: поиска нелинейностей; выявления аномалий; обнаружения смены территориальной траектории; сравнения сценариев; поиска сопоставимых случаев. Но дальнейший переход: закономерность → причина требует экономической проверки. А переход: причина → государственная мера требует институционального решения. Так сохраняется правильное разделение ответственности. Шестой вывод — интеллектуальная система должна уметь не давать рекомендацию. Это кажется парадоксальным. Но если качество данных низкое, модели противоречат друг другу, а причинная гипотеза недостаточно подтверждена, наиболее разумным выводом может быть: «необходимо дополнительное исследование». Система, которая обязана всегда выдавать конкретный проект, будет регулярно создавать ложную уверенность. Поэтому полноценная архитектура должна иметь четыре допустимых результата: наблюдать; дополнительно диагностировать; пилотировать; масштабировать воздействие. Это значительно ближе к рациональному управлению в условиях неопределённости [29, 33, 34]. Седьмой вывод касается институциональной памяти. Сегодня государственные проекты обычно оставляют после себя отчёты. Интеллектуальная система должна оставлять структурированный опыт. Для каждого решения сохраняется: исходное состояние; диагноз; рассмотренные альтернативы; выбранное решение; ожидаемый эффект; фактический результат; причина отклонения. Со временем формируется база: контекст → воздействие → результат. Именно она способна стать главным активом последующей системы ИИ. Алгоритм начинает учиться не только на экономических различиях между округами [29, 30, 31]. Он начинает учиться на истории государственного вмешательства. Это принципиально меняет роль данных. Восьмой вывод связан с правовой и институциональной ответственностью [19,20]. Кения уже сформировала национальную стратегию ИИ на 2025–2030 гг.; она ориентирована на развитие цифровой инфраструктуры, управления данными и ИИ, исследований, инноваций и коммерциализации [9,10]. Одновременно законодательство о персональных данных ограничивает исключительно автоматизированные индивидуальные решения, способные существенно повлиять на человека [11, 12]. Предлагаемая архитектура соответствует обеим направлениям. Она использует ИИ. Но сохраняет человека внутри решения. Это не компромисс между технологией и осторожностью. Это конструктивный принцип. Потому что у алгоритма нет политической ответственности [16,17,33]. Нет общественной легитимности.

Нет собственного понимания справедливости. Поэтому он должен заниматься тем, в чём объективно сильнее: расчётом сложности. Человек и институт — тем, что нельзя свести к вычислению: ответственностью за выбор. Девятый вывод относится к системе деволюции. County Governments Act уже требует от округов интегрированного планирования, ГИС, данных, финансовой стратегии, показателей результатов и мониторинга [2, 13, 9, 10]. Следовательно, предлагаемая система не должна создавать новую параллельную бюрократию.

Она способна стать аналитическим ядром существующего процесса планирования. County Integrated Development Plan формирует цели и программы [2,13]. ДПО показывает диагностическое состояние. Сценарный модуль сравнивает альтернативы. PIM обеспечивает проектный цикл. Контрольно-обучающий модуль проверяет фактический результат. Так несколько существующих государственных процессов объединяются единой логикой данных. Десятый вывод состоит в том, что интеллектуальная система должна оценивать собственную полезность. Количество построенных моделей не является результатом. Количество рассчитанных индексов — также. Настоящие критерии: раньше ли обнаруживается проблема; точнее ли локализуется ограничение; становятся ли решения более доказательными; снижается ли ошибка ожидаемого эффекта; лучше ли государство понимает причину неудачи проекта; учитывается ли прошлый опыт в следующем решении. То есть: качество ИИ измеряется качеством управления, которое он помогает создать. Наконец, наиболее общий вывод всей статьи заключается в изменении самого понимания цифрового государства. Цифровое государство первого уровня переводит документы в электронную форму. Второго — объединяет данные. Третьего — автоматизирует процессы. Но интеллектуальная зрелость начинается только тогда, когда государство способно видеть собственные причинно-функциональные контуры и обучаться на результате своих решений [37, 38]. В этом смысле предлагаемая система не является «ИИ, управляющим регионами».

Она представляет значительно более реалистичную конструкцию: государство, которое благодаря данным и ИИ быстрее понимает, где нарушается механизм развития, сравнивает последствия различных действий и сохраняет знания о том, что произошло после выбора. Итоговая архитектура может быть представлена следующим образом: данные → ДПО → функциональный разрыв → прогноз → объяснение → гипотеза → проверка → сценарии → институциональное решение → PIM → реализация → результат → оценка эффекта → обновление ДПО → новый цикл[3, 4, 5, 19, 20, 37]. Этот контур не имеет окончательной точки. Именно поэтому система является интеллектуальной не только из-за применения алгоритмов. Её главное свойство — способность изменять собственное понимание территории после каждого нового результата. Так происходит переход от управления на основе отчётности к управлению на основе диагностики, а затем — к обучающемуся региональному управлению. Именно такую модель предлагается рассматривать как перспективную архитектуру интеллектуальной системы поддержки решений для 47 округов Кении [2, 13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Government of Kenya. The Constitution of Kenya, 2010.
2. Government of Kenya. County Governments Act, No. 17 of 2012.
3. Government of Kenya. Public Finance Management Act.
4. Government of Kenya. The Public Finance Management (Public Investment Management) Regulations, 2022.
5. The National Treasury and Economic Planning. Public Investment Management Framework and Guidelines. Nairobi: Government of Kenya.
6. Kenya National Bureau of Statistics. The Kenya Poverty Report 2022. Nairobi: KNBS, 2024.
7. Kenya National Bureau of Statistics. 2025 Gross County Product: Tracking the Progress and Diversity of County Economies. Nairobi: KNBS, 2025.
8. Kenya National Bureau of Statistics. Economic Survey 2026. Nairobi: KNBS, 2026.

9. Ministry of Information, Communications and the Digital Economy. Kenya AI Strategy 2025–2030. Nairobi: Government of Kenya, 2025.
10. Ministry of Information, Communications and the Digital Economy. Kenya National AI Strategy 2025–2030 Implementation Roadmap. Nairobi: Government of Kenya.
11. Government of Kenya. Data Protection Act, No. 24 of 2019.
12. Government of Kenya. Data Protection (General) Regulations, 2021.
13. Muwonge A., Williamson T.S., Owuor C.A., Kinuthia J.M. Making Devolution Work for Service Delivery in Kenya. Washington, DC: World Bank, 2022.
14. World Bank. Kenya Poverty and Equity Assessment 2023: From Poverty to Prosperity — Making Growth More Inclusive. Washington, DC: World Bank, 2023.
15. World Bank. Poverty & Equity Brief: Kenya. Washington, DC: World Bank.
16. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris: UNESCO, 2021.
17. OECD. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. Paris: OECD.
18. OECD. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Paris: OECD Publishing, 2008.
19. North D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
20. Ostrom E. Understanding Institutional Diversity. Princeton: Princeton University Press, 2005.
21. Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. Chicago: University of Chicago Press.
22. van der Ploeg F. Natural Resources: Curse or Blessing? Journal of Economic Literature. 2011. Vol. 49. No. 2. P. 366–420.
23. Mehlum H., Moene K., Torvik R. Institutions and the Resource Curse. The Economic Journal. 2006. Vol. 116. P. 1–20.
24. Jean N., Burke M., Xie M., Davis W.M., Lobell D.B., Ermon S. Combining Satellite Imagery and Machine Learning to Predict Poverty. Science. 2016. Vol. 353. No. 6301. P. 790–794.
25. Yeh C., Perez A., Driscoll A. et al. Using Publicly Available Satellite Imagery and Deep Learning to Understand Economic Well-Being in Africa. Nature Communications. 2020. Vol. 11. 2583.
26. Blumenstock J., Cadamuro G., On R. Predicting Poverty and Wealth from Mobile Phone Metadata. Science. 2015. Vol. 350. No. 6264. P. 1073–1076.
27. Breiman L. Random Forests. Machine Learning. 2001. Vol. 45. P. 5–32.
28. Friedman J.H. Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine. Annals of Statistics. 2001. Vol. 29. No. 5. P. 1189–1232.
29. Mullainathan S., Spiess J. Machine Learning: An Applied Econometric Approach. Journal of Economic Perspectives. 2017. Vol. 31. No. 2. P. 87–106.
30. Varian H.R. Big Data: New Tricks for Econometrics. Journal of Economic Perspectives. 2014. Vol. 28. No. 2. P. 3–28.
31. Athey S. The Impact of Machine Learning on Economics. In: The Economics of Artificial Intelligence. University of Chicago Press, 2019.
32. Lundberg S.M., Lee S.I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. Advances in Neural Information Processing Systems. 2017. Vol. 30.
33. Rudin C. Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead. Nature Machine Intelligence. 2019. Vol. 1. P. 206–215.
34. Molnar C. Interpretable Machine Learning. 2nd ed. 2022.
35. Anselin L. Spatial Econometrics: Methods and Models. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.
36. Elhorst J.P. Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels. Berlin: Springer, 2014.
37. Athey S., Imbens G.W. The State of Applied Econometrics: Causality and Policy Evaluation. Journal of Economic Perspectives. 2017. Vol. 31. No. 2. P. 3–32.

38. Athey S., Wager S. Policy Learning with Observational Data. Econometrica. 2021. Vol. 89. No. 1. P. 133–161.
39. Commission on Revenue Allocation. Revenue Sharing and County Development Frameworks. Nairobi: CRA.
40. Office of the Controller of Budget. County Governments Budget Implementation Review Reports. Nairobi.

СОДЕРЖАНИЕ
CONTENT

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ
ECONOMICAL SCIENCES

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, **САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ**, **САУЛЬСКАЯ ОЛЬГА АНАТОЛЬЕВНА**, **FAYEZ WAZANI ABDUL WALID**, **THUKU HARRISON** [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ФАКУЛЬТАТИВ С ПЕРЕМЕННЫМ ЯДРОМ: ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МИССИЙ И ДОКАЗАТЕЛЬНОГО СЛЕДА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ.....3

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, SHIRZAD KHALID [TEMIRTAU, KAZAKHSTAN] INTEREST SYSTEM (RIBA) AND ITS ECONOMIC AND SOCIAL CONSEQUENCES: ISLAMIC ALTERNATIVES ON THE EXAMPLE OF AFGHANISTAN.....15

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, SHIRZAD KHALID [TEMIRTAU, KAZAKHSTAN] BENCHMARKING THE FINANCIAL SYSTEM OF AFGHANISTAN IN THE CONTEXT OF ISLAMIC FINANCE DEVELOPMENT: INTERNATIONAL COMPARISONS AND STRATEGIC GUIDELINES.....22

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, SHE RZAD MOHAMMAD FERDAWS [TEMIRTAU, KAZAKHSTAN] ECONOMIC POTENTIAL OF THE ASAFETIDA VALUE CHAIN IN AFGHANISTAN: FROM CULTIVATION TO EXPORT-ORIENTED PROCESSING.....28

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, SHE RZAD MOHAMMAD FERDAWS [TEMIRTAU, KAZAKHSTAN] INVESTMENT AND FINANCIAL MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF ASAFETIDA PRODUCTION AND EXPORT IN AFGHANISTAN: RISKS, CASH FLOWS AND SCALE-UP STRATEGY.....35

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, ДЖАБРАИЛОВ ДЖАБРАИЛ РАМАЗАН ОГЛЫ [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ЦИФРОВИЗАЦИЯ БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ И УПРАВЛЕНИЕ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ В КОММЕРЧЕСКОМ БАНКЕ: ОПЫТ АЗЕРБАЙДЖАНА.....41

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, SHIRZAD KHALID [TEMIRTAU, KAZAKHSTAN] SOCIO-ECONOMIC CONSEQUENCES OF RIBA AND ALTERNATIVE MODELS OF INTEREST-FREE FINANCING: AN INSTITUTIONAL APPROACH.....58

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, SHIRZAD KHALID [TEMIRTAU, KAZAKHSTAN] ISLAMIC BANKING AS A TOOL FOR FINANCIAL INCLUSION AND RESTORATION OF THE REAL SECTOR IN AFGHANISTAN: AN INSTITUTIONAL MODEL OF DEVELOPMENT.....64

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, SHIRZAD KHALID [TEMIRTAU, KAZAKHSTAN] ISLAMIC BANKING AS A TOOL FOR FINANCIAL INCLUSION AND RESTORATION OF THE REAL SECTOR IN AFGHANISTAN: AN INSTITUTIONAL MODEL OF DEVELOPMENT.....70

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, КАСЕНОВ ЕРКЕБУЛАН НУРУСЛАНОВИЧ [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕУПОРНЫХ РАБОТ В КОНВЕРТОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗА 2023-2025ГГ.....76

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, ГРЕЧКИН ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ РЫНКА ТРУДА КАЗАХСТАНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....83

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, БЕРДАЛИЕВ ИСА ПОЛАТОВИЧ [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КИБЕРРИСКАМИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАНКОВСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ АО «НАРОДНЫЙ БАНК КАЗАХСТАНА» (HALYK BANK))....89

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, КЛИМЕНКО ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ, НАБИЕВ МАКСАТ ЕРЛАНОВИЧ, ИБРАЕВ ЕРЖАН ТАЛЬКЕНОВИЧ [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕХАХ АО «QARMET».....98

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, **КЛИМЕНКО ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ**, **НАБИЕВ МАКСАТ ЕРЛАНОВИЧ**, **ИБРАЕВ ЕРЖАН ТАЛЬКЕНОВИЧ** [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] УПРАВЛЕНИЕ ОПАСНЫМИ ВИДАМИ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕХАХ АО «QARMET».....112

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, SHIRZAD KHALID [TEMIRTAU, KAZAKHSTAN] VISUALIZATION OF THE INTEREST-BASED SYSTEM (RIBA) AND ITS ECONOMIC AND SOCIAL CONSEQUENCES: ISLAMIC ALTERNATIVES USING AFGHANISTAN AS A CASE STUDY.....123

GELMANOVA ZOYA SALIKHOVNA, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, SHERZAD MOHAMMAD FERDAWS [TEMIRTAU, KAZAKHSTAN] VISUALIZATION OF DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED ASAFOETIDA (HING) VALUE CHAIN IN AFGHANISTAN FROM CULTIVATION TO EXPORT.....134

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, АЙНАГУЛОВ БАКТЫБЕК НУРГАЗИЕВИЧ [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: АНАЛИЗ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО ГАЗОВОГО ХОЗЯЙСТВА ЗА 2022–2025 гг.....144

КАРИМОВА АЙСУЛУ МЕЙРАМҒАЛИҚЫЗЫ, КИСЕЛЕВА О.Г. [АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН] МНОГОФАКТОРНЫЕ МОДЕЛИ ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОСРЕДНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗИЛЬЕНТНОСТИ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК.....154

ABDULLAYEVA ŞƏFƏQ HÜSEYN QIZI [BAKI, AZƏRBAYCAN] BÖYÜK BRİTANİYANIN MÜASİR İQTİSADİ MODEL VƏ STRUKTURU.....161

İSMAYILOVA AİDƏ VƏLİ QIZI, AZADƏLİYEVA GÜLXAR ƏYYUB QIZI [BAKI, AZƏRBAYCAN] İQTİSADİYYAT.....167

БАУЫРЖАН НАЗЕРКЕ ЕРЛАНҚЫЗЫ ҚАЗАҚСТАНДА САЛЫҚ ЕСЕБІ МЕН ЕСЕПТІЛІКТІ ЦИФРЛАНДЫРУДЫ ТАЛДАУ.....175

ШАМШИДЕНОВА ДИАНА САЙФИТДЕНОВНА, УРКУМБАЕВА АСИЯ РАХИМЖАНОВНА [АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН] ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕ КОМПАНИЯНЫ БАСҚАРУДЫ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУ: МҮМКІНДІКТЕР МЕН ТӘУЕКЕЛДЕРДІ ЭМПИРИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....181

ТӨЛЕУҒАЗЫ АҚНҰР ТӘНІБЕРГЕНҚЫЗЫ, МОЛДАКЕНОВА ЕРКЕЖАН КОКСЕГЕНОВНА [АСТАНА, КАЗАХСТАН] ҚАЗАҚСТАН ҰЙЫМДАРЫНДАҒЫ HR-ФУНКЦИЯЛАРДЫҢ ЦИФРЛЫҚ ЖЕТІЛУІН БАҒАЛАУ: МОДЕЛЬДЕР, КӨРСЕТКІШТЕР ЖӘНЕ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....187

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, THUKU HARRISON [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ДИАГНОСТИКЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ БЕДНОСТИ: ИНЖЕНЕРНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РАЗРЫВОВ КЕНИИ.....195

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, THUKU HARRISON [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ БЕДНОСТИ В КЕНИИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....208

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID THUKU HARRISON [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ОБЪЯСНИМЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СИСТЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ: ИНЖЕНЕРНАЯ МОДЕЛЬ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАКТОРОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ БЕДНОСТИ В КЕНИИ.....224

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, THUKU HARRISON [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ РЕГИОНОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: ИНЖЕНЕРНАЯ АРХИТЕКТУРА ДЛЯ 47 ОКРУГОВ КЕНИИ...239

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, АЗАНОВ КУАНЫШ ДАУЛЕТБАЕВИЧ [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗАВАРИЙНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА: ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ (НА ПРИМЕРЕ ТЕМИРТАУСКОГО ЛПУ УМГ АО «ИНТЕРГАЗ ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ»).....254

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА, САУЛЬСКИЙ ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, FAYEZ WAZANI ABDUL WALID, THUKU HARRISON [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН**]** АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫМ РАЗВИТИЕМ КЕНИИ: ОТ ДАННЫХ И ДИАГНОСТИКИ К УПРАВЛЕНЧЕСКОМУ ЦИКЛУ.....263



"IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

Контакт
els.education23@mail.ru

Наш сайт
irc-els.com