publisher.agency
Norway

October, 2026
№ 15



Oslo, Norway
29-30.10.2026

International Scientific Conference

Theoretical Hypotheses and Empirical Results

UDC 001.1
P 97

Publisher.agency: Proceedings of the 15th International Scientific Conference «Theoretical Hypotheses and Empirical results» (October 29-30, 2026). Oslo, Norway, 2026. 266p

ISBN 978-0-9677-4366-0
DOI 10.5281/zenodo.23868858

Editor: Mary Olafsen, Professor, Nord University

International Editorial Board:

Anja Kazemi
Professor, University of South-Eastern Norway

Ståle Shokri
Professor, Universitetslektor - Universitetet i Sørøst-Norge

Karen Foray
Professor, University of Oslo

Hosein Nilsen
Professor, USN School of Business

Aida Drake
Professor, Buskerud University College

Gjerdalen Rolfson
Professor, University College Southeast Norway

Etty Allern
Professor, Norwegian Business School

Dr. Irmelin Kujanpää
Professor, University of South-Eastern Norway

Terje Øivind Madsen
Professor, Bergen National Academy of the Arts

Sigurd Sunagic
Professor, Inland Norway University of Applied Sciences

Miika Vesin
Professor, Norwegian Naval Academy

Dag Anderson-Glenna
Professor, Norwegian School of Economics

Mirha Seierstad
Professor, Norwegian University of Life Sciences

Boban Tavassoli
Professor, Norwegian University of Science and Technology

Cathrine Vikhagen
Professor, OsloMet - Oslo Metropolitan University

Sara Stendal
Professor, University of Agder

editor@publisher.agency
https://publisher.agency/

Table of Contents

Economic Sciences

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА: ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ РЕГИОНОВ АДАПТИРОВАТЬСЯ К ВНЕШНИМ ЭКОНОМИЧЕСКИМ ШОКАМ 6
Ахматгалиев Р.С.
Калдыбаев А.
Тлепов А.

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЕ НЕСООТВЕТСТВИЕ НА РЫНКЕ ТРУДА КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ: ВЫЗОВЫ И МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ 12
Рахманбердиев Э.Д.
Калдыбаев Ч.К.
Секренова Ж.А.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ: РОЛЬ ГИБРИДНОЙ ЗАНЯТОСТИ В КАЗАХСТАНЕ 16
Хазипова А.А.
Андасбаев М.Н.
Тулегенова З.Т.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА К ЦИФРОВОЙ И ЗЕЛЕНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АПК 21
Амирова Г.К.
Абаева С.С.
Баранбаева Ж.Х.

ESTIMATING THE COST OF CAPITAL TIED UP IN EXCESS INVENTORIES: A MONETARY ASSESSMENT OF THE INVENTORY GAP AT AN INDUSTRIAL ENTERPRISE 26
Ramazanova Gaukhar

ВЛИЯНИЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИНАНСОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ: АНАЛИЗ АО 'KEGOC' ЗА 2022-2025 ГОДЫ 32
Султанғалиева Анель Сырымқызы

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УГЛЕРОДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРАКТИКИ 40
Есенгали Л.
Оспанова А.К.
Закирова Д.И.

THE ENERGY TRANSITION AND THE AFRICAN MINING INDUSTRY 48
Marianique FANOMEZANTSOA
Jean RAZAFINDRAVONONA

DETERMINANTS DE L'AUTONOMIE FINANCIERE DES PETITS PECHEURS ET CEUX DE LA PECHE ARTISANALE : ROLE CENTRAL DE L'EPARGNE ET DES FACTEURS INSTITUTIONNELS 57
Yasser Abdallah
Jeannot Mickaël Rakotosalama
Zafiarintsoa Alain de L'Or Randrianandrasana
Marcel Mamonjy

DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM ENTREPRENEURSHIP IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN 68
Zhenis Adelya
Pupysheva Tatyana

THE ROLE OF DIGITAL FINANCIAL SERVICES IN WOMEN ENTREPRENEURS' ACCESS TO E-COMMERCE IN EMERGING ECONOMIES 75
Ulviyya Fazil Nabiyeva

CREDIT MARKET DEVELOPMENT AND SME FINANCING IN AZERBAIJAN: BANKING TRENDS AND ALTERNATIVE FINANCE OPPORTUNITIES 82
Nicat Nazim Allahverdiyev

ИННОВАЦИИ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РУТИНЫ В ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ: ПРАВОВАЯ КУЛЬТУРА И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА 89
Кожахметов Зият Карибаевич

Pedagogical Sciences

THE ROLE OF MOTIVATION IN LEARNING ACADEMIC WRITING 103
Adilbekova B.
Muratova A.
Aubakirova Gulbanu

Sİ DƏSTƏKLI FORMATIV QIYMƏTLƏNDIRMƏ: RUBRIKALARA ƏSASLANAN GENERATOR Sİ VASITƏSILƏ AKADEMIK YAZIDA RƏYIN SƏMƏRƏLILIYININ VƏ KEYFIYYƏT DƏRINLIYININ OPTIMALLAŞDIRILMASI 109
Nuran Murshudzada

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИИ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ ... 115
Закирова Д.И.

ФИЗИКА ПӘНІНДЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІҢ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ТАНЫМДЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІНДЕ АЛАТЫН ОРНЫ 128
С. Нуркасымова
А. Аннасова

ФИЗИКА ПӘНІНДЕ ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ РЕСУРСТАРЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ 135
С. Нуркасымова
М. Ибайдулла

TRACING AS AN OCCUPATIONAL ACTIVITY IN ERGOTHERAPY FOR INDIVIDUALS WITH FINE MOTOR DIFFICULTIES 142
Barbora Kováčová

Philological Sciences

FRANSIZ DILINDƏ QRAMMATIK KONVERSIYA: MORFOLOJI, LEKSIK - SEMANTIK, VƏ SINTAKTIK XÜSUSIYYƏTLƏR..... 153
Rəfiyeva Xuraman Əli qızı

Biological Sciences

THE EFFECT OF PRENATAL HYPOKINESIA ON BODY WEIGHT IN RAT OFFSPRING DURING EARLY POSTNATAL DEVELOPMENT 161
Nargiz Shaik Mahmudova
Gunay Shukur Hajiyeva

THE MOLECULAR LOGIC OF NEWLY DETECTED DISEASE 163
David Aphkhazava
Maia Nozadze
Irakli Gogiashvili
Mzia Tsiklauri
Manana Makharadze
Maia Berodze
Nodar Sulashvili
Giorgi Margvelani
Ramashish Subhashchandra Vishwakarma
Jasem Ali Akbar
Rajeshwari Ashok Kachkure
Ayshath Shaharban Cheriya Veettil
Twisha Yelakanti
Nino Maziashvili
Lolita Shengelia
George Maglakelidze
Ilia Atanelishvili

Physical and Mathematical Sciences

USING PHYSICS EXPERIMENTS TO DEVELOP STUDENTS' RESEARCH SKILLS..... 185
Nurkasymova Saule Nurkasymovna
Ametova Dilyaram Bakhadurkyzy

Technical Sciences

CONCRETE MIX DESIGN FOR BORED PILES IN ASTANA USING A DAIRY WHEY-BASED ADDITIVE 191
Bayadilov Marat

DSP-BASED COMPENSATION OF CHROMATIC DISPERSION IN COHERENT OPTICAL COMMUNICATIONS..... 198
Gurbanov Ramzi

Medical Sciences

DIGITAL HEALTH POLICIES AND THEIR IMPLICATIONS FOR SMALL PRIVATE HEALTHCARE ORGANIZATIONS: A DOCUMENT ANALYSIS OF CANADA, CHINA, AND KAZAKHSTAN..... 202
Joslin Utegenova
Xiuqin Ma
Wenyi Wu

Chemical Sciences

ELECTROCHEMICAL REDUCTION OF HYDROGEN PEROXIDE AT GLASSY CARBON ELECTRODES MODIFIED WITH METAL–HUMIC COMPLEXES (MN, MO)..... 213
Qazyna Bayniyazova
Aida Tolybay
Inzhu Spabek
Baktiyar Kylyshbay
A. Ongalbek

Political Studies

ТОПОНИМИЧЕСКАЯ КОРРЕКТНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ РУССКОМ ДИСКУРСЕ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ТОЛЕРАНТНОСТИ И УВАЖЕНИЯ К НАЦИОНАЛЬНОМУ САМООПРЕДЕЛЕНИЮ 224
Керей Әйгерім Қайратқызы
Андиржанова Гулнар Абылхаировна

REORGANIZATION OF THE SYSTEM OF SUPREME STATE AUTHORITY IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: THE CONSTITUTIONAL AND LEGAL STATUS OF THE KURULTAI AND THE OFFICE OF VICE PRESIDENT 233
V.Luzanov
D.Magauyanov
N.Kabdii
A.Kenzhebulatova

Geographic Sciences

YERALTI DÜNYANIN COĞRAFIYASI: SPELEOLOGIYA VƏ GIZLI EKOSISTEMLƏR 238
Şərəq Əliyeva Məmməd qızı

Historical Sciences

KEY DEVELOPMENT CHARACTERISTICS OF THE SCANDINAVIAN COUNTRIES IN THE 11TH- 15TH CENTURIES 242
MEHDIYEVA AYTEN ALI

THE LOSS OF AZERBAIJAN'S TERRITORIAL INTEGRITY IN THE 19TH – EARLY 20TH CENTURIES 249
SALIMOV SHIRXAN DADASH
MAHARRAMOV SAMIR GASIM
MIRZAYEVA KAMALA KAMAL

THE TRANSFORMATION OF COMMUNICATION IN THE SOUTH CAUCASUS DURING THE LATE NINETEENTH CENTURY: OVERWHELMING IMPACT OF NOVEL TECHNOLOGIC DEVICE: TELEPHONE 260
ELMIRA ALIYEVA FIRDOVSI

Economic Sciences

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА: ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ РЕГИОНОВ АДАПТИРОВАТЬСЯ К ВНЕШНИМ ЭКОНОМИЧЕСКИМ ШОКАМ

Ахматгалиев Р.С.
ТОО «SciCom», г. Астана, Казахстан
Калдыбаев А.
ТОО «SciCom», г. Астана, Казахстан
Тлепов А.
ТОО «SciCom», г. Астана, Казахстан

Современное развитие национальных экономик характеризуется высокой степенью внешней взаимозависимости. Изменения мировых цен на сырьевые товары, колебания валютных курсов, трансформация международной торговли, изменение логистических маршрутов, инфляционные процессы и геоэкономические ограничения способны оказывать неодинаковое воздействие на отдельные территории одной страны.

В результате устойчивость национальной экономики не может рассматриваться исключительно на макроэкономическом уровне. Даже при сохранении положительной динамики ВВП отдельные регионы могут сталкиваться с замедлением производства, сокращением инвестиций, снижением реальных доходов населения или ростом структурной зависимости от ограниченного числа отраслей.

Для Казахстана проблема имеет особую актуальность. Региональная структура экономики характеризуется существенными различиями в объемах производства, отраслевой специализации и уровне доходов. По итогам 2025 года наибольшую долю в ВВП Казахстана обеспечивали город Алматы - 22,7%, город Астана - 12,3% и Атырауская область - 10,4%. При этом индекс физического объема ВРП существенно различался: от 101,9% в области Абай до 113,0% в Туркестанской области.

Еще более значительными являются различия по ВРП на душу населения. В 2025 году максимальное значение было зафиксировано в Атырауской области - 23,3 млн тенге, тогда как в Туркестанской области показатель составлял 2,5 млн тенге. Таким образом, разрыв между крайними значениями превышал девять раз.

При этом высокий уровень ВРП на душу населения сам по себе не означает высокой пространственной устойчивости. Например, Атырауская область имела один из наиболее высоких показателей ВРП на душу населения и одновременно в 2025 году продемонстрировала снижение инвестиций в основной капитал и наиболее существенное снижение реальных денежных доходов населения среди регионов.

Это позволяет сформулировать основную научную проблему исследования: экономическая мощность региона и его способность адаптироваться к внешним шокам являются взаимосвязанными, но не тождественными характеристиками.

Понятие устойчивости региональной экономики в современной экономической науке рассматривается значительно шире, чем способность территории сохранять положительные темпы экономического роста. В условиях усиления взаимозависимости национальных и региональных экономик устойчивость определяется способностью территории противостоять внешним воздействиям, адаптироваться к изменению экономической среды и формировать новые траектории развития. В связи с этим в региональной экономике получил распространение концепт *regional economic resilience* — региональной экономической устойчивости (резильентности), который позволяет исследовать различия между территориями в характере их реакции на кризисы и внешние шоки.

Одной из наиболее значимых особенностей данного подхода является переход от оценки исключительно текущего уровня социально-экономического развития к анализу способности региона реагировать на изменения. Р. Мартин рассматривает региональную экономическую устойчивость через реакцию региональных экономик на значительные экономические шоки и подчеркивает необходимость учитывать не только непосредственные последствия кризиса, но и последующие изменения траектории развития региона. При этом устойчивость не является фиксированным состоянием: она проявляется в процессе взаимодействия внешнего воздействия и внутренних характеристик региональной экономики.

В рамках научной литературы сформировалось несколько взаимодополняющих трактовок региональной экономической устойчивости. Первая - инженерная устойчивость (engineering resilience) - рассматривает устойчивость как способность региональной экономики противостоять шоку и относительно быстро вернуться к первоначальному состоянию или траектории развития. В данном случае основное внимание уделяется силе воздействия шока и скорости восстановления.

Вторая трактовка - экологическая устойчивость (ecological resilience) - предполагает, что региональная экономика может не возвращаться к первоначальному состоянию, а сохранять свои основные функции при переходе к другому состоянию равновесия. Следовательно, сам факт отсутствия возврата к докризисному уровню не всегда означает потерю устойчивости.

Третья, наиболее динамичная трактовка - адаптивная или эволюционная устойчивость (adaptive/evolutionary resilience). В ее рамках регион рассматривается как сложная социально-экономическая система, способная изменять собственную структуру, перераспределять ресурсы, осваивать новые виды деятельности и формировать новую траекторию развития. Поэтому устойчивость может проявляться не столько в возвращении к прежнему состоянию, сколько в способности региона «двигаться вперед» после шока. Современная литература именно такую способность к структурной адаптации рассматривает как важнейший элемент долгосрочной региональной устойчивости.

Таким образом, принципиальным является различие между понятиями «восстановление» и «адаптация». Регион, который после кризиса быстро возвращается к прежней структуре производства, может считаться устойчивым с точки зрения инженерного подхода. Однако если прежняя структура была чрезмерно зависима от одного сектора, одного экспортного рынка или ограниченного числа крупных предприятий, простое восстановление докризисного состояния не обязательно означает долгосрочную устойчивость. Напротив, регион, который в результате внешнего шока изменяет структуру экономики, расширяет производственную специализацию, привлекает новые инвестиции и

формирует новые источники занятости, способен приобрести более высокую устойчивость в будущем.

Именно поэтому в настоящем исследовании пространственная устойчивость рассматривается как способность региональной экономики сохранять ключевые экономические функции при внешнем воздействии, ограничивать глубину негативных последствий, восстанавливаться после шока и адаптировать свою экономическую структуру к новым условиям развития.

Такое определение позволяет объединить несколько стадий реакции региона на внешнее воздействие: подготовку к возможному шоку, уязвимость, непосредственную реакцию, адаптацию и восстановление. В современной литературе данные измерения рассматриваются как взаимосвязанные элементы единого процесса региональной устойчивости.

Внешний экономический шок в рамках исследования понимается как внезапное или существенно изменяющееся воздействие внешней среды, способное нарушить сложившуюся траекторию социально-экономического развития региона. К таким воздействиям могут относиться глобальные финансово-экономические кризисы, изменение мировых цен на сырьевые товары, нарушение внешнеторговых потоков, геополитические ограничения, изменения спроса на экспортных рынках, логистические нарушения, пандемии и другие факторы, не контролируемые непосредственно региональными органами управления.

Для Казахстана данный аспект имеет особое значение вследствие существенной неоднородности пространственной структуры экономики. Регионы страны отличаются масштабами экономической деятельности, отраслевой специализацией, уровнем инвестиционной активности, экспортной ориентацией, обеспеченностью трудовыми ресурсами и инфраструктурой. Поэтому одинаковый внешний шок может иметь принципиально различные последствия для отдельных территорий. Например, изменение мировой конъюнктуры сырьевых рынков потенциально оказывает более сильное воздействие на регионы с высокой концентрацией добывающей промышленности, тогда как регионы с более диверсифицированной экономикой могут компенсировать снижение активности в одном секторе за счет других видов деятельности.

Следовательно, пространственная неоднородность является не только результатом различий в уровне экономического развития, но и фактором различий в способности регионов адаптироваться к внешним воздействиям. В этом заключается принципиальное отличие предлагаемого подхода от традиционной оценки регионального развития, основанной преимущественно на сравнении абсолютных показателей валового регионального продукта, доходов или инвестиций.

Особое значение для понимания пространственной устойчивости имеет концепция зависимости от траектории развития (path dependence). Исторически сложившаяся специализация региона, накопленные компетенции, производственная инфраструктура, структура занятости и институциональная среда формируют определенную траекторию его дальнейшего развития. С одной стороны, накопленные преимущества могут способствовать быстрому восстановлению после кризиса. С другой стороны, чрезмерная специализация способна сформировать так называемую «структурную ловушку», когда региону сложно перейти к новым видам экономической деятельности.

В эволюционном подходе устойчивость поэтому связывается не только с диверсификацией как таковой, но и со способностью региона использовать имеющиеся ресурсы для создания новых направлений развития. P. Boschma подчеркивает значение промышленного, сетевого и институционального измерений устойчивости и рассматривает

способность региона формировать новые траектории роста как важнейший элемент его долгосрочной адаптивности.

С данной позиции уровень региональной устойчивости формируется под воздействием нескольких групп факторов.

Первая группа - структурные факторы. К ним относятся отраслевая диверсификация, доля промышленности, сельского хозяйства, услуг, степень зависимости от отдельных отраслей и концентрация экономической активности. Чем выше зависимость региона от ограниченного числа секторов, тем потенциально выше его чувствительность к специфическим внешним шокам.

Вторая группа - инвестиционные факторы. Инвестиционная активность определяет возможности региона обновлять производственные мощности, развивать инфраструктуру и создавать новые направления экономической деятельности. В условиях шока наличие инвестиционного потенциала может ускорять восстановление и адаптацию.

Третья группа - социально-экономические факторы. К ним относятся уровень занятости, реальные доходы населения, состояние человеческого капитала и способность рынка труда адаптироваться к структурным изменениям. Экономическая устойчивость региона не может оцениваться исключительно через показатели производства, поскольку снижение доходов и занятости способно существенно ослабить внутренний спрос даже при сохранении высоких значений ВРП.

Четвертая группа - институциональные факторы. Эффективность регионального управления, способность быстро перераспределять ресурсы, качество деловой среды и наличие механизмов поддержки бизнеса определяют возможности территории реагировать на кризисные изменения.

Пятая группа - внешнеэкономические факторы. Открытость региона, экспортная ориентация, зависимость от отдельных внешних рынков и интеграция в международные производственные цепочки одновременно создают возможности роста и источники уязвимости.

Таким образом, пространственную устойчивость можно представить как результат взаимодействия уязвимости региона, силы воздействия внешнего шока, способности сопротивляться первоначальному воздействию, возможностей адаптации и скорости восстановления.

В обобщенном виде логика формирования региональной устойчивости может быть представлена следующим образом:

Внешний шок → воздействие на региональную экономику → изменение производства, инвестиций и доходов → адаптация экономической структуры → восстановление или формирование новой траектории развития.

При этом конечный результат зависит не только от масштаба внешнего воздействия, но и от внутренних характеристик территории. Поэтому два региона, находящиеся под воздействием одного и того же макроэкономического фактора, могут демонстрировать различные траектории: от быстрого восстановления до длительного структурного спада. Именно неодинаковость региональных реакций является основанием для использования пространственного подхода к исследованию устойчивости.

Для целей настоящего исследования целесообразно выделить четыре ключевых компонента пространственной устойчивости региональной экономики:

Таблица 1 - Ключевые компоненты пространственной устойчивости региональной экономики

Компонент	Экономическое содержание	Возможные показатели оценки
Устойчивость к воздействию	Способность ограничивать первоначальное снижение экономической активности	индекс физического объема ВРП, динамика производства
Инвестиционная устойчивость	Способность сохранять инвестиционную активность в условиях изменения внешней среды	индекс инвестиций в основной капитал
Социальная устойчивость	Способность сохранять покупательную способность и уровень благосостояния населения	индекс реальных денежных доходов
Адаптивная устойчивость	Способность перестраивать экономическую структуру и формировать новые источники роста	диверсификация, изменение отраслевой структуры, динамика инвестиций и занятости

Предложенная структура позволяет перейти от понимания устойчивости как одного агрегированного свойства к ее многомерной оценке. Это особенно важно для Казахстана, поскольку высокий уровень ВРП или значительный объем инвестиций сам по себе не гарантирует способности региона успешно пройти через внешний шок.

Например, регион может демонстрировать высокие темпы экономического роста одновременно с высокой зависимостью от одной отрасли. В таком случае текущая экономическая результативность будет высокой, однако потенциальная уязвимость к изменению внешней конъюнктуры также может быть значительной. Аналогично, высокий объем инвестиций не обязательно означает высокую устойчивость, если инвестиции концентрируются преимущественно в одном секторе и не способствуют структурной диверсификации экономики.

Следовательно, экономическая мощность региона и его устойчивость - взаимосвязанные, но не тождественные характеристики. Первая отражает достигнутый уровень экономической активности, тогда как вторая характеризует способность сохранять и воспроизводить развитие в условиях неопределенности.

С учетом этого в исследовании предлагается рассматривать пространственную устойчивость регионов Казахстана через сочетание трех непосредственно наблюдаемых результатов экономической адаптации: динамики физического объема регионального продукта, инвестиционной активности и реальных доходов населения. Выбор данных показателей обусловлен необходимостью одновременно учитывать производственный, инвестиционный и социальный аспекты устойчивости.

При этом формируемый на их основе авторский диагностический показатель не рассматривается как официальный статистический индекс устойчивости. Его назначение состоит в том, чтобы обеспечить сопоставимую оценку регионов по ключевым измерениям адаптации и выявить пространственные различия в способности территорий противостоять внешним экономическим воздействиям.

Таким образом, теоретическая концепция исследования основывается на переходе от оценки уровня регионального развития к оценке способности региона сохранять, восстанавливать и трансформировать траекторию развития под воздействием внешних шоков. Такой подход позволяет рассматривать региональную политику не только как

инструмент выравнивания показателей между территориями, но и как механизм формирования различной способности регионов к адаптации. Для Казахстана это означает необходимость учитывать не только абсолютный уровень экономического развития областей и городов республиканского значения, но и их структурную диверсификацию, инвестиционную устойчивость и способность поддерживать благосостояние населения в условиях внешней неопределенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Boschma, R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies, 2015, 49*(5), 733–751. https://doi.org/10.1080/00343404.2014.959481
2. Simmie, J., & Martin, R. The economic resilience of regions: Towards an evolutionary approach. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 2010, 3*(1), 27–43. https://doi.org/10.1093/cjres/rsp029
3. Martin, R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks. *Journal of Economic Geography, 2012, 12*(1), 1–32. https://doi.org/10.1093/jeg/lbr019
4. Martin, R., & Sunley, P. On the notion of regional economic resilience: Conceptualization and explanation. *Journal of Economic Geography, 2015, 15*(1), 1–42. https://doi.org/10.1093/jeg/lbu015
5. Martin, R., Sunley, P., Gardiner, B., & Tyler, P. How regions react to recessions: Resilience and the role of economic structure. *Regional Studies, 2016, 50*(4), 561–585. https://doi.org/10.1080/00343404.2015.1088324
6. Martin, R., & Sunley, P. Regional economic resilience: Evolution and evaluation. In P. K. B. et al. (Eds.), *Handbook on Regional Economic Resilience* (pp. 10–35). Edward Elgar Publishing. , 2020 - https://doi.org/10.4337/9781785360862.00007
7. Sutton, J., Arcidiacono, A., Torrisi, G., & Arku, R. N. Regional economic resilience: A scoping review. *Progress in Human Geography, 2023, 47*(4), 500–532. https://doi.org/10.1177/03091325231174183

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЕ НЕСООТВЕТСТВИЕ НА РЫНКЕ ТРУДА КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ: ВЫЗОВЫ И МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ

Рахманбердиев Э.Д.
ТОО «SciCom», г.Астана, Казахстан
Калдыбаев Ч.К.
ТОО «SciCom», г.Астана, Казахстан
Секренова Ж.А.
ТОО «SciCom», г.Астана, Казахстан

Цифровая трансформация экономики постепенно изменяет не только технологическую основу производства, но и структуру спроса на труд. Автоматизация, цифровизация бизнес-процессов, использование искусственного интеллекта, роботизация, аналитика больших данных и развитие цифровых платформ приводят к появлению новых профессий, трансформации содержания существующих профессий и сокращению потребности в отдельных видах труда.

В результате рынок труда сталкивается с новой формой структурного дисбаланса. Проблема заключается уже не только в наличии или отсутствии рабочих мест, а в соответствии между характеристиками рабочей силы и требованиями работодателей.

Данный процесс особенно важен для Казахстана. В 2025 году в экономике страны были заняты около 9,3 млн человек, уровень безработицы составил 4,6%. В I квартале 2026 года занятость увеличилась до 9,39 млн человек, а уровень безработицы снизился до 4,5%. При этом 77,6% занятого населения составляли наемные работники, а 22,4% - самостоятельно занятые.

Таким образом, количественные показатели рынка труда не свидетельствуют о наличии масштабной безработицы. Однако относительно низкая безработица сама по себе не означает отсутствия структурных проблем. Работодатель может одновременно испытывать дефицит специалистов определенного профиля, тогда как часть работников не может найти работу, соответствующую их образованию или имеющимся навыкам.

Именно такое состояние характеризует профессионально-квалификационное несоответствие.

Цифровая трансформация экономики постепенно изменяет не только технологическую основу производства, но и структуру спроса на труд. Автоматизация, цифровизация бизнес-процессов, использование искусственного интеллекта, роботизация, аналитика больших данных и развитие цифровых платформ приводят к появлению новых профессий, трансформации содержания существующих профессий и сокращению потребности в отдельных видах труда.

В результате рынок труда сталкивается с новой формой структурного дисбаланса. Проблема заключается уже не только в наличии или отсутствии рабочих мест, а в соответствии между характеристиками рабочей силы и требованиями работодателей.

В традиционной экономической трактовке рынок труда предполагает взаимодействие спроса и предложения рабочей силы, при котором цена труда и занятость выступают основными механизмами согласования интересов работников и работодателей. Однако цифровая трансформация усложняет этот механизм. Рабочее место становится все более зависимым не только от профессиональной принадлежности работника, но и от конкретного набора компетенций, которыми он располагает.

Таким образом, возникает необходимость разграничения профессии и набора навыков. Если профессия отражает относительно устойчивую совокупность трудовых функций, то компетентностный профиль характеризует способность работника выполнять эти функции с учетом конкретного технологического и организационного контекста.

В цифровой экономике именно компетентностный профиль становится более динамичным. Один и тот же специалист может сохранять прежнее профессиональное название, однако содержание его труда существенно меняется. Например, инженер все чаще использует цифровое проектирование и моделирование, логист работает с системами управления потоками и аналитикой данных, бухгалтер — с автоматизированными учетными системами, а производственный специалист — с роботизированным и цифровым оборудованием.

Следовательно, цифровая трансформация приводит к переходу: от соответствия «образование - профессия» к соответствию «компетенции - трудовые задачи - технология».

В этом контексте профессионально-квалификационное несоответствие следует рассматривать как ситуацию, при которой характеристики рабочей силы не полностью соответствуют требованиям конкретных рабочих мест по профессии, уровню квалификации, профессиональным навыкам, цифровым компетенциям, опыту или месту проживания.

Данная проблема имеет несколько измерений.

Таблица 2 – Основные формы профессионально-квалификационного несоответствия

Вид несоответствия	Сущность	Пример
Образовательное	Специальность образования не соответствует работе	Экономист работает в цифровом маркетинге
Профессиональное	Профессия трансформировалась	Логист должен работать с цифровыми системами
Квалификационное	Уровень квалификации недостаточен	Специалист не владеет необходимым ПО
Компетентностное	Недостаток отдельных навыков	Недостаток аналитических или цифровых навыков
Территориальное	Навыки есть в одном регионе, вакансии — в другом	Региональный дисбаланс
Возрастное	Компетенции работников не успевают обновляться	Потребность в переподготовке
Отраслевое	Подготовка кадров не соответствует структуре экономики	Избыток кадров в одной сфере при дефиците в другой

Таким образом, профессионально-квалификационное несоответствие нельзя сводить исключительно к «неправильному выбору профессии». Во многих случаях проблема

возникает после получения образования, когда содержание самой профессии меняется под воздействием технологических факторов.

Особенность современной цифровой трансформации состоит в том, что технологические изменения происходят быстрее традиционных циклов подготовки кадров.

В условиях индустриальной экономики приобретенная профессия могла сохранять свою актуальность в течение значительного периода времени. В цифровой экономике содержание трудовых функций изменяется существенно быстрее. Это означает, что образование, полученное работником несколько лет назад, не гарантирует полного соответствия требованиям работодателя в настоящее время.

Всемирный экономический форум в *Future of Jobs Report 2025* прогнозирует, что к 2030 г. будет создано около 170 млн новых рабочих мест, одновременно 92 млн рабочих мест окажутся вытеснены структурными изменениями, что означает трансформацию примерно 22% существующих рабочих мест. При этом работодатели ожидают изменения или устаревания около 39% существующего набора навыков работников.

Особенно важно, что речь идет не только о цифровых профессиях. Наиболее быстро растет спрос на навыки в области искусственного интеллекта, больших данных, сетей и кибербезопасности, однако одновременно сохраняется высокая значимость аналитического мышления, устойчивости, гибкости, лидерства и способности к взаимодействию.

Следовательно, цифровая трансформация не означает простой замены «традиционных работников» специалистами IT-профиля. Скорее происходит цифровизация содержания широкого спектра профессий.

Это принципиально важно для оценки профессионально-квалификационного несоответствия в Казахстане. Если рассматривать только перечень новых профессий, можно недооценить масштаб проблемы. Значительная часть будущего дефицита кадров будет формироваться внутри уже существующих профессий вследствие изменения требований к их содержанию.

Таким образом, профессионально-квалификационный разрыв можно представить как:

изменение технологий → изменение трудовых задач → изменение требуемых навыков → отставание существующих компетенций → профессионально-квалификационное несоответствие.

В международной практике можно выделить четыре основных направления.

Первое — непрерывное обучение. Всемирный экономический форум отмечает, что около половины работников уже прошли обучение, переподготовку или повышение квалификации в рамках долгосрочных стратегий развития навыков, тогда как работодатели рассматривают upskilling и reskilling как основной инструмент адаптации рабочей силы.

Второе — прогнозирование будущих компетенций. Современная политика занятости постепенно переходит от прогнозирования количества работников по профессиям к прогнозированию конкретных компетенций. Это особенно важно для профессий, которые не исчезают, а трансформируются.

Третье — более тесная интеграция образования и работодателей. Университетская подготовка должна учитывать не только существующий спрос, но и ожидаемые изменения в технологиях и производственных процессах.

Четвертое — развитие цифровых компетенций у работников традиционных профессий. Международный опыт показывает, что цифровизация не ограничивается подготовкой IT-специалистов. Цифровые навыки становятся частью требований к инженерам, менеджерам, финансистам, логистам, специалистам сферы услуг и другим профессиональным группам.

Наиболее существенный вывод международного опыта заключается в том, что проблема не может решаться исключительно увеличением количества выпускников по востребованным специальностям.

Необходим переход к системе опережающего управления компетенциями.

Предлагаемый механизм может быть представлен следующим образом: мониторинг рынка труда → прогнозирование спроса на компетенции → корректировка образовательных программ → микроквалификации и переподготовка → обучение на рабочем месте → трудоустройство → мониторинг результатов → повторное обновление компетенций.

В данной модели государство выполняет функцию формирования информационной и институциональной среды, образовательные организации - функцию подготовки и обновления компетенций, работодатели - функцию формирования практического спроса и обучения работников, а сами работники — функцию непрерывного развития человеческого капитала.

Особенно важным становится переход от принципа: «подготовить специалиста по профессии» к принципу: «сформировать набор компетенций, соответствующий будущим трудовым задачам».

Это предполагает регулярное обновление образовательных программ, расширение краткосрочных программ переподготовки, развитие микроквалификаций, повышение роли практикоориентированного обучения и более тесную связь между образовательными организациями и работодателями.

Предлагаемый подход к профессионально-квалификационному несоответствию позволяет рассматривать рынок труда не как статичную систему профессий, а как динамическую систему взаимодействия технологий, трудовых функций, компетенций, образования и региональной структуры экономики.

Именно способность обеспечить своевременное обновление человеческого капитала становится одним из важнейших условий адаптации Казахстана к цифровой трансформации экономики.

Список литературы

1. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. (2026). *Ситуация на рынке труда в Республике Казахстан за 2025 год*.

2. Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change, 114*, 254–280. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019

3. Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 189. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en

4. Nedelkoska, L., & Quintini, G. (2018). *Automation, Skills Use and Training*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/2e2f4eea-en

5. World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025*. World Economic Forum.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ: РОЛЬ ГИБРИДНОЙ ЗАНЯТОСТИ В КАЗАХСТАНЕ

Хазипова А.А.
ТОО «SciCom», г.Астана, Казахстан
Андасбаев М.Н.
ТОО «SciCom», г.Астана, Казахстан
Тулегенова З.Т.
ТОО «SciCom», г.Астана, Казахстан

Цифровая трансформация экономики сопровождается существенными изменениями в содержании труда, организации рабочих процессов и требованиях к профессиональным компетенциям работников. Расширение цифровых платформ, облачных технологий, электронного документооборота, средств дистанционного взаимодействия и автоматизации отдельных операций формирует новые условия функционирования организаций. В результате человеческий капитал постепенно становится не только фактором производства, но и одним из ключевых ресурсов адаптации организаций к технологическим изменениям.

Особое значение в этих условиях приобретает изменение подходов к организации занятости. Традиционная модель, предполагающая постоянное присутствие работника на фиксированном рабочем месте, дополняется дистанционными и гибридными форматами. Последние предусматривают сочетание работы непосредственно в организации с выполнением части трудовых функций вне офиса. Однако эффективность такой модели зависит не только от наличия цифровой инфраструктуры, но и от уровня цифровых компетенций работников, характера выполняемой деятельности, качества управленческих процессов и способности организации оценивать результаты труда.

Для Казахстана данная проблема приобретает особую актуальность в связи с устойчивыми изменениями на рынке труда. По данным Бюро национальной статистики, численность занятого населения увеличилась с 9081,9 тыс. человек в 2023 г. до 9214,2 тыс. человек в 2024 г. В 2025 г. количество занятых достигло 9,3 млн человек. Одновременно увеличивалась численность наемных работников: с 6893,4 тыс. человек в 2023 г. до 7015,1 тыс. человек в 2024 г. и примерно 7,2 млн человек в 2025г.

При этом уровень безработицы сохранялся относительно стабильным: 4,7% в 2023-2024 гг. и 4,6% в 2025г. Такая ситуация свидетельствует о достаточно устойчивом состоянии рынка труда, однако одновременно актуализирует задачу повышения качества использования уже имеющегося человеческого капитала.

Цифровая трансформация существенно изменяет не только технологическую основу деятельности организаций, но и содержание управления человеческим капиталом. Если в традиционной модели управления основное внимание уделялось численности работников, квалификационному составу, продолжительности рабочего времени и контролю исполнения, то в цифровой экономике возрастает значение компетенций, способности к

адаптации, самостоятельности, цифровой грамотности, качества коммуникации и способности работника эффективно использовать технологические инструменты.

В современной экономической теории человеческий капитал рассматривается как совокупность знаний, навыков, компетенций, опыта и других характеристик человека, которые создают экономическую ценность и формируют его производительный потенциал. В классической концепции G. Becker инвестиции в образование, профессиональную подготовку и развитие компетенций рассматриваются как фактор повышения производительности и доходов [1]. T. Schultz, в свою очередь, связывал развитие человеческого капитала с инвестициями в образование, здоровье, профессиональную мобильность и другие характеристики человека, способствующие повышению экономической эффективности [2].

Для условий цифровой трансформации данная концепция получает дальнейшее развитие. Ценность человеческого капитала определяется уже не только имеющимся уровнем образования и профессиональной квалификации, но и способностью работника постоянно обновлять свои компетенции в соответствии с изменением технологий и содержания труда. Таким образом, человеческий капитал приобретает динамический характер.

Цифровизация приводит к изменению самого содержания трудовой деятельности. Автоматизация рутинных операций, развитие облачных технологий, цифровых платформ, систем дистанционной коммуникации и аналитических инструментов позволяют разделить место выполнения работы и физическое присутствие работника в организации. В результате управление человеческим капиталом постепенно переходит от управления рабочим временем и физическим присутствием к управлению результатами, компетенциями и качеством взаимодействия.

В данном контексте гибридная занятость может рассматриваться не просто как форма организации рабочего времени, а как институционально-организационный механизм использования человеческого капитала в цифровой экономике.

Под гибридной занятостью в настоящем исследовании предлагается понимать такую модель организации труда, при которой работник систематически сочетает выполнение трудовых функций в помещении работодателя и за его пределами с использованием цифровых технологий коммуникации, координации и контроля результатов.

Принципиальное отличие гибридной модели от традиционной дистанционной работы заключается в сочетании двух пространств труда. Офисная среда обеспечивает непосредственное взаимодействие, обмен знаниями, формирование организационной культуры и решение задач, требующих высокой степени координации, тогда как удаленная составляющая позволяет использовать преимущества пространственной и временной гибкости.

Таким образом, гибридная занятость формирует новую конфигурацию человеческого капитала, в которой особое значение приобретают:

- цифровые компетенции;
- способность к самостоятельной организации труда;
- управление рабочим временем;
- коммуникативные навыки;
- способность работать в виртуальных командах;
- адаптивность;
- ориентация на результат;
- способность к непрерывному обучению.

Следовательно, цифровая трансформация требует изменения не только технологий организации труда, но и всей системы управления человеческим капиталом.

Исследования гибридной и дистанционной занятости условно можно разделить на несколько направлений: влияние гибкости труда на производительность, влияние удаленной работы на удержание работников и удовлетворенность трудом, изменение требований к человеческому капиталу, трансформация функций управления персоналом и влияние цифровой инфраструктуры на эффективность труда.

Одним из наиболее значимых эмпирических исследований является работа N. Bloom, J. Liang, J. Roberts и Z. Ying [3], основанная на рандомизированном эксперименте в китайской компании Ctrip. Авторы установили, что работа из дома позволила повысить производительность работников на 13%, одновременно увеличив удовлетворенность трудом и снизив текучесть кадров. При этом исследование показало, что эффект удаленной работы неоднороден и зависит от особенностей работников и организации труда.

Дальнейшее развитие данного направления представлено в исследовании N. Bloom, R. Han и J. Liang [4], опубликованном в журнале *Nature* в 2024 г. Авторы провели рандомизированный эксперимент с участием 1 612 сотрудников технологической компании и показали, что гибридная занятость позволила снизить текучесть кадров примерно на треть и повысить удовлетворенность работников без ухудшения результатов работы.

Данный результат имеет принципиальное значение для исследования человеческого капитала. Он показывает, что гибридная занятость может выступать не только инструментом повышения производительности, но и механизмом удержания работников. В условиях конкуренции организаций за квалифицированные кадры это превращает гибкость занятости в один из элементов кадровой политики.

В работе J. M. Barrero, N. Bloom и S. J. Davis [5] показано, что переход к дистанционной и гибридной работе не является исключительно временным следствием пандемии COVID-19. Авторы отмечают устойчивое распространение удаленной работы и изменение организационных практик, управленческих подходов и технологической инфраструктуры. При этом распространенность гибридной работы существенно различается в зависимости от образования, отрасли, возраста работников и характера выполняемых задач.

Таким образом, гибридная занятость не должна рассматриваться как универсальная модель для всех работников. Ее эффективность зависит от того, насколько содержание конкретной трудовой деятельности допускает пространственную гибкость.

Важный вклад в понимание пространственной гибкости внесли P. Choudhury, C. Foroughi и B. Larson [6]. Исследование модели *work-from-anywhere* показывает, что предоставление работникам более высокой пространственной автономии способно положительно влиять на производительность. В данном случае гибкость становится частью нематериального вознаграждения и может повышать привлекательность работодателя.

Отдельное направление литературы связано с исследованием рисков гибридной занятости. В частности, систематический обзор R. McPhail, X. W. Chan и R. Maya [7] показывает, что влияние удаленной работы на работников и организации неоднозначно и связано одновременно с производительностью, благополучием сотрудников, качеством коммуникации и организационными изменениями.

Систематический обзор F. Almeida, H. Rodrigues и P. Freitas [8] также показывает, что результаты исследований дистанционной работы различаются в зависимости от периода, организационного контекста и исследуемого результата. Поэтому утверждение о том, что дистанционная работа автоматически повышает производительность, не имеет достаточного научного основания.

Особенно актуальным является вопрос влияния гибридной занятости на развитие человеческого капитала. Современные исследования показывают, что переход к гибридной модели требует новых подходов к обучению, развитию компетенций, лидерству и организационной поддержке.

Так, систематический обзор H. R. Kang и E. G. Oh [9], опубликованный в 2026 г., обобщает исследования дистанционной работы в контексте развития человеческих ресурсов. Авторы выделяют технологические требования, управление границами между работой и личной жизнью, социальные взаимодействия и организационную поддержку как ключевые факторы, определяющие результаты дистанционной работы. При этом эффекты могут проявляться в производительности, вовлеченности, благополучии, обучении и карьерном развитии работников.

Еще более непосредственно связь гибридной занятости и развития человеческого капитала рассматривается в систематическом обзоре B. Caetano Veloso, J. M. Lopes и C. S. Pinho [10]. На основе 78 исследований, опубликованных в 2020-2025 гг., авторы выделяют четыре взаимосвязанных направления: изменение организации труда; управление персоналом, лидерство и организационная культура; благополучие и баланс работы и личной жизни; производительность и технологии. Авторы приходят к выводу, что устойчивость гибридной занятости определяется сочетанием автономии работника, организационной поддержки, управления по результатам и постоянного цифрового повышения квалификации.

Данный вывод позволяет расширить традиционную трактовку эффективности гибридной занятости. Ее нельзя оценивать исключительно через показатель производительности. Эффективность должна рассматриваться как многомерная категория, включающая экономические, организационные и социальные результаты.

Список литературы

1. Becker, G. S. (1993). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education (3rd ed.). University of Chicago Press.
2. Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. The American Economic Review, 51(1), 1–17.
3. Bloom, N., Liang, J., Roberts, J., & Ying, Z. J. (2015). Does working from home work? Evidence from a Chinese experiment. The Quarterly Journal of Economics, 130(1), 165–218. https://doi.org/10.1093/qje/qju032
4. Bloom, N., Han, R., & Liang, J. (2024). Hybrid working from home improves retention without damaging performance. Nature, 630, 920–925. https://doi.org/10.1038/s41586-024-07500-2
5. Barrero, J. M., Bloom, N., & Davis, S. J. (2023). The evolution of work from home. Journal of Economic Perspectives, 37(4), 23–50. https://doi.org/10.1257/jep.20230393
6. Choudhury, P., Foroughi, C., & Larson, B. (2021). Work-from-anywhere: The productivity effects of geographic flexibility. Strategic Management Journal, 42(4), 655–683. https://doi.org/10.1002/smj.3251
7. McPhail, R., Chan, X. W., & Maya, R. (2024). Post-COVID remote working and its impact on people, productivity, and the planet: An exploratory scoping review. The International Journal of Human Resource Management, 35(1). https://doi.org/10.1080/09585192.2023.2221385
8. Almeida, F., Rodrigues, H., & Freitas, P. (2024). “No need to dress to impress”: Evidence on teleworking during and after the pandemic: A systematic review. Administrative Sciences, 14(4), 76. https://doi.org/10.3390/admsci14040076
9. Kang, H. R., & Oh, E. G. (2026). Toward the “new normal”: A systematic review of remote work and implications for human resource development (HRD). Human Resource Development Review. https://doi.org/10.1177/15344843261441203
10. Veloso, B. C., Lopes, J. M., & Pinho, C. S. (2026). From emergency telework to hybrid workplace learning: A systematic review of digital upskilling, organisational support and

performance. European Journal of Training and Development. https://doi.org/10.1108/EJTD-06-2026-0179

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА К ЦИФРОВОЙ И ЗЕЛЕНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АПК

Амирова Г.К.
НАО Медицинский университет Астана, г.Астана, Казахстан
Абаева С.С.
ТОО «SciCom», г. Астана, Казахстан
Баранбаева Ж.Х.
ТОО «SciCom», г. Астана, Казахстан

Агропромышленный комплекс Казахстана в последние годы находится на этапе структурной технологической трансформации, сочетающей цифровизацию производственных процессов с переходом к более рациональному использованию природных ресурсов. Для Казахстана данная трансформация имеет особое значение вследствие территориальной неоднородности сельскохозяйственного производства, различий в обеспеченности водой, техническими ресурсами и инфраструктурой, а также высокой зависимости отдельных регионов от климатических факторов.

В 2023-2025 гг. аграрный сектор продемонстрировал восстановление и ускорение темпов производства. Валовой выпуск продукции сельского, лесного и рыбного хозяйства составил 7625,2 млрд тг в 2023 г., 8281,9 млрд тг в 2024 г. и 9818,3 млрд тг в 2025 г. При этом индекс физического объема составил соответственно около 100%, 113,7% и 105,9%. Таким образом, 2024-2025 гг. характеризовались не только номинальным увеличением выпуска, но и существенным расширением физических объемов производства.

Одновременно сохраняется значительная региональная дифференциация. В 2025 г. крупнейшие объемы сельскохозяйственного производства были сформированы в Туркестанской области - 1 226,0 млрд тг, Акмолинской - 1 194,2 млрд тг, Северо-Казахстанской - 1 106,6 млрд тг и Костанайской - 950,8 млрд тг. В то же время в Мангистауской области объем составил только 44,1 млрд тг, а в области Ұлытау - 73,2 млрд тг.

Следовательно, единый подход к стимулированию технологической модернизации АПК не способен обеспечить одинаковый результат для всех территорий. Необходима дифференцированная инвестиционная политика, учитывающая исходную технологическую готовность, специализацию и природно-ресурсные ограничения регионов.

Важной тенденцией 2023–2025 гг. является ускорение роста аграрного производства. В 2023 г. валовой выпуск сельского, лесного и рыбного хозяйства составил 7 625,2 млрд тг. В 2024 г. он увеличился до 8 281,9 млрд тг, а в 2025 г. достиг 9 818,3 млрд тг. Таким образом, за два года номинальный объем выпуска увеличился примерно на 28,8%.

Таблица 1 – Основные показатели развития АПК Казахстана в 2023–2025 гг.

Показатель	2023	2024	2025
Валовой выпуск сельского, лесного и рыбного хозяйства, млрд тг	7 625,2	8 281,9	9 818,3
ИФО, % к предыдущему году	-	113,7	105,9
Инвестиции в основной капитал в сельском, лесном и рыбном хозяйстве, млрд тг	около 904,3	около 919,0*	1 153,6
Доля отрасли в общих инвестициях, %	5,1	4,7	4,9–5,1
Площадь водосберегающих технологий, тыс. га	237,1	389,9	543,5
Цифровые сельхозпроизводители, ед.	-	-	648

**По инвестиционным данным БНС возможны пересмотры динамических рядов; для межгодовых сопоставлений рекомендуется использовать последнюю редакцию статистических таблиц БНС.*

Рост выпуска сопровождался изменением структуры технологических факторов. В 2025 г. на сельхозформирования пришлось 6 745,7 млрд тг, или 68,7% общего выпуска. При этом растениеводство обеспечило 5 921,7 млрд тг, животноводство - 3 832,2 млрд тг.

Региональная структура показывает наличие нескольких аграрных центров. Акмолинская, Костанайская и Северо-Казахстанская области характеризуются сочетанием высокой производственной специализации, значительной доли сельхозформирований и активного внедрения современных агротехнологий. В 2025 г. ИФО сельскохозяйственного производства в Акмолинской области составил 115,9%, в Костанайской - 115,6%, в Северо-Казахстанской - 110,2%.

Туркестанская область занимает первое место по абсолютному объему выпуска, однако ее модель технологической трансформации отличается от северных зерновых регионов. Здесь существенно выше значение орошаемого земледелия, поэтому ключевым направлением зеленой трансформации выступают водосбережение, цифровой мониторинг земель и управление ирригацией.

Таблица 2 – Региональная дифференциация аграрного производства в 2025 г.

Регион	Валовой выпуск, млрд тг	ИФО, %	Основной технологический акцент
Туркестанская область	1 226,0	100,6	Водосбережение, цифровое управление орошением
Акмолинская область	1 194,2	115,9	Точное земледелие, цифровой мониторинг
Северо-Казахстанская область	1 106,6	110,2	Цифровизация растениеводства, техника
Костанайская область	950,8	115,6	Технологическое обновление, точное земледелие
Алматинская область	798,4	102,0	Орошение, тепличное производство, цифровой мониторинг
Павлодарская область	571,4	109,6	Ирригация, автоматизация
Мангистауская область	44,1	102,4	Ограничение водных ресурсов, локальные технологии

Важным результатом исследования является изменение характера цифровой трансформации. В 2025 г. цифровые решения применяли уже 648 сельхозтоваропроизводителей. Наиболее активное внедрение отмечалось в Акмолинской,

Северо-Казахстанской, Павлодарской, Костанайской областях и области Жетісу. Это позволяет выделить их в группу регионов с относительно высокой технологической готовностью.

При этом цифровая готовность не должна оцениваться только количеством предприятий, использующих информационные технологии. Более значимым является переход к интегрированным решениям: дистанционному мониторингу земель, сенсорным системам, точному внесению удобрений, автоматизированному управлению техникой, прогнозированию урожайности и цифровому управлению водными ресурсами.

Показатель зеленой трансформации демонстрирует особенно заметную динамику. В 2023 г. современные системы орошения применялись примерно на 237,1 тыс. га, в 2024 г. — на 389,9 тыс. га, а в 2025 г. — уже на 543,5 тыс. га. Таким образом, за 2023–2025 гг. площадь увеличилась более чем в два раза. Экономия поливной воды в 2025 г. оценивалась примерно в 874 млн м³.

Эта динамика показывает, что зеленая трансформация в Казахстане имеет не только экологическое, но и инвестиционное содержание. Водосберегающие системы, цифровые счетчики, автоматизированное распределение воды и технологии точного земледелия создают основу для снижения эксплуатационных расходов и повышения устойчивости производства.

Существенным механизмом стимулирования становится изменение параметров государственной поддержки. Возмещение затрат на приобретение и установку водосберегающих систем было увеличено до 80%, а субсидирование стоимости поливной воды при использовании соответствующих технологий может достигать 85%.

В 2025 г. также была усилена инвестиционная поддержка АПК. На программу льготного кредитования было предусмотрено 200 млрд тг, а государственная политика была ориентирована на привлечение частного капитала по принципу софинансирования. Кроме того, на 2025–2027 гг. сформирована дорожная карта из 677 инвестиционных проектов АПК общей стоимостью 3,3 трлн тг.

Таким образом, инвестиционную политику целесообразно дифференцировать по технологической готовности регионов.

Таблица 3 – Предлагаемая модель дифференцированного стимулирования

Группа регионов	Характеристика	Приоритетные инструменты
Высокая готовность	Высокий выпуск, активная цифровизация, развитая техника	Инвестиционные кредиты, венчурное финансирование, AI/IoT, экспортные проекты
Средняя готовность	Высокий потенциал, но недостаточная цифровая интеграция	Льготный лизинг, инвестиционные субсидии, центры цифровых компетенций
Низкая/ограниченная готовность	Низкий выпуск, инфраструктурные и природные ограничения	Гарантии государства, инфраструктурные инвестиции, водосбережение, микрофинансирование

Предлагаемый подход позволяет перейти от универсального субсидирования к принципу *«поддержка в обмен на технологическое и экологическое обновление»*. Например, повышенный уровень государственной поддержки может предоставляться проектам, предусматривающим одновременное внедрение цифрового мониторинга, ресурсосберегающих технологий и измеримых показателей производительности.

Особенно перспективным является формирование региональных «агротехнологических контуров», объединяющих фермерские хозяйства, перерабатывающие предприятия, банки, лизинговые компании, научные организации и цифровые платформы. В таком случае инвестиционная поддержка будет направляться не только на приобретение отдельной единицы техники, но и на формирование целостной технологической цепочки.

Проведенный анализ показывает, что в 2023–2025 гг. агропромышленный комплекс Казахстана перешел от преимущественно количественного расширения производства к формированию условий для цифровой и зеленой модернизации. Валовой выпуск сельского, лесного и рыбного хозяйства увеличился с 7,6 трлн тг в 2023 г. до 9,8 трлн тг в 2025 г., однако динамика регионов остается неоднородной.

Наиболее высокая технологическая готовность наблюдается в крупных аграрных регионах Северного и Северо-Восточного Казахстана, где сочетание производственного потенциала, обновления техники и внедрения цифровых решений создает предпосылки для перехода к Smart Farming. Для южных и юго-восточных регионов ключевым направлением трансформации является цифровизация водопользования и внедрение ресурсосберегающих технологий.

Особенно значимым результатом является расширение площади водосберегающего орошения с 237,1 тыс. га в 2023 г. до 543,5 тыс. га в 2025 г. Это свидетельствует о возможности одновременного достижения экономических и экологических эффектов.

В качестве основного механизма дальнейшего стимулирования предлагается использовать дифференцированную модель инвестиционной поддержки, основанную на технологической готовности региона. Государственная поддержка должна быть связана не только с объемом инвестиций, но и с конкретными результатами: ростом производительности, снижением расхода воды и энергии, цифровой прослеживаемостью производства и повышением ресурсной эффективности.

Таким образом, цифровая и зеленая трансформация АПК Казахстана должна рассматриваться как единый процесс. Цифровые технологии обеспечивают измеримость и управляемость ресурсов, а зеленые технологии создают экономические стимулы для их рационального использования. Их интеграция способна стать одним из ключевых факторов повышения инвестиционной привлекательности аграрных регионов Казахстана и сокращения территориальной дифференциации развития АПК.

Список литературы

1. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. (2026). *Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства: основные показатели за 2025 год*. Астана: Бюро национальной статистики. Официальный раздел статистики сельского хозяйства БНС РК Нацстат Казахстана

2. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. (2026). *Инвестиции в основной капитал в Республике Казахстан за январь–декабрь 2025 года*. Астана: Бюро национальной статистики. Официальная статистика инвестиций БНС РК Нацстат Казахстана

3. Министерство водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан. (2026). *Реализация Послания Президента: охват водосберегающими технологиями вырос почти втрое, превысив 700 тыс. га*. Официальный информационный ресурс Премьер-Министра Республики Казахстан. Материал Министерства водных ресурсов и ирригации РК GOV.KZ

4. Министерство водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан. (2025). *Меры по стимулированию рационального водопользования в условиях сезонного роста*

потребления воды. Официальный информационный ресурс Республики Казахстан. Официальный материал о стимулировании водосбережения GOV.KZ

5. Правительство Республики Казахстан. (2021). *Об утверждении Концепции развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021–2030 годы: постановление Правительства Республики Казахстан от 30 декабря 2021 года № 960*. Информационно-правовая система «Әділет». Концепция развития АПК РК на 2021–2030 годы

ESTIMATING THE COST OF CAPITAL TIED UP IN EXCESS INVENTORIES: A MONETARY ASSESSMENT OF THE INVENTORY GAP AT AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Ramazanova Gaukhar
PhD student, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University

Abstract: This study estimates the opportunity cost of capital tied up in excess inventories at an assembly-type machinery manufacturer. The inventory gap (Gap) is defined as the difference between actual average inventories and a target level estimated using the historical inventory-to-cost-of-goods-sold ratio for 2021–2024 (k = 0.331410). The year-end base (policy) rate of the National Bank of Kazakhstan serves as a publicly available benchmark for the cost of money; the enterprise's actual financing costs are not observed. Changes in the estimated cost are decomposed into an inventory-gap component and an interest-rate component, and scenarios of inventory-gap reduction are evaluated. The annual estimate increased from KZT 47.6 million in 2023 to KZT 1,054.5 million in 2025. Of the increase between 2024 and 2025, 81.0% is attributable to the inventory-gap component and 19.0% to the interest-rate component under the adopted decomposition. The paper proposes a phased approach to reducing excess inventories and incorporating this indicator into management reporting.
Keywords: cost of capital, inventory gap, excess inventory, base rate, industrial enterprise.

1. Introduction

Capital invested in current assets carries a cost. Corporate finance assesses this cost using the weighted average cost of capital (WACC) and the opportunity cost of holding assets (Villarreal & Córdoba, 2010). Funds tied up in inventory beyond an operationally justified level could instead be deployed elsewhere or used to reduce the need for external financing.

The inventory gap (Gap) model indicates the extent to which actual inventories exceed a target benchmark, but does not by itself provide a monetary valuation of that excess. Linking operating and financial indicators is important for management reporting and also underlies the balanced scorecard approach (Kaplan & Norton, 1992). Financial-ratio anomalies have also been examined in assessments of creditworthiness among listed manufacturing firms (Demirhan, 2024).

Research on inventory management has documented its relationship with firms' operating performance (Panigrahi et al., 2024). In the classical economic order quantity model (Harris, 1990), inventory holding costs include the cost of tied-up capital. Applying a constant interest rate across years may distort comparisons when the cost of money changes substantially.

For machinery assembly enterprises that rely on imported components, the financing cost of inventory is particularly relevant. Delivery lead times and exchange-rate fluctuations may require the enterprise to maintain safety stocks. In 2022, the National Bank of Kazakhstan raised its base rate to 16.75%. The rate subsequently declined to 14.25% in mid-2024 before rising again to 15.25% by year-end and to 18% in 2025 (National Bank of Kazakhstan, n.d.). An increase in both inventory holdings and the interest rate raises the estimated cost of tied-up capital.

Estimating the cost of capital in emerging markets requires attention to country and currency risks (Damodaran, 2003; Villarreal & Córdoba, 2010). A central bank's base rate provides a public benchmark for the cost of money, but it is neither the enterprise-specific borrowing rate

nor its WACC. When the full financing structure is unavailable, the base rate can support a conditional, year-to-year comparison. Normative models based on financial and accounting indicators have also been proposed to assess manufacturing performance (Bányai et al., 2026).

The cost of holding excess inventory is addressed in inventory-management theory and corporate finance. For an individual enterprise, its estimation is constrained by limited information on financing arrangements. This paper therefore uses a simplified calculation based on the inventory gap and the published base rate. The resulting measure is intended for comparisons across periods and scenarios; actual interest expenses depend on the enterprise's financing terms.

The aim of the study is to estimate the cost of capital tied up in excess inventories at an assembly-type machinery manufacturer using inventory-gap data for 2021–2025 and the base rate of the National Bank of Kazakhstan. To this end, the inventory gap is evaluated against the changing base rate, the increase in estimated costs is decomposed into inventory-gap and interest-rate components, and alternative gap-reduction scenarios are calculated. The analysis informs recommendations for inventory management.

The proposed approach assigns a monetary value to the inventory gap and separates changes in the conditional estimate into the effect of the gap and that of the base rate. Scenario analysis reveals the sensitivity of the result to both parameters and may support working-capital planning.

2. Materials and Methods

The analysis uses annual average inventory values and the cost of goods sold (COGS) for 2021–2025. The target inventory level is calculated as follows:

$$TargetINV_t = k \times COGS_t \quad (1)$$

where k is the enterprise-specific historical inventory-to-COGS ratio and COGS denotes the cost of goods sold. The coefficient k is the arithmetic mean of the four annual ratios of average inventories to COGS for 2021–2024: k = (1/4) × Σ(INV_t / COGS_t) = 0.33141019 (t = 2021, …, 2024). This base period precedes the highest inventory accumulation observed in 2025; the resulting coefficient has not been established as an industry-optimal level. The unrounded coefficient is applied to all five years. Gap is the difference between actual average inventories and the target inventory level (Table 1). By construction, the sum of the deviations of the annual INV/COGS ratios from k over 2021–2024 is zero, although the monetary gaps need not offset one another. The positive gaps in 2023–2024 must therefore be interpreted relative to the selected historical baseline. The clearest signal is the sharp increase in Gap in 2025, a year excluded from the calculation of k.

For comparability, the cost of capital is estimated using the National Bank of Kazakhstan's base rate at the end of each year (National Bank of Kazakhstan, n.d.). The rate is publicly available and consistently defined, although an individual enterprise's borrowing costs and WACC may differ from it. Without information on the capital structure, the direction of this difference cannot be determined. A WACC-based calculation incorporating equity, debt and supplier credit would require additional information (Villarreal & Córdoba, 2010).

The conditional annual cost of capital tied up in excess inventories is calculated as:

$$Cost_t = max(Gap_t, 0) \times r_t, \quad (2)$$

where Gap_t denotes the inventory gap in year t and r_t is the year-end base rate. When Gap is negative, the estimated cost associated with excess inventory is set to zero; potential stockout costs are outside the scope of the analysis.

To distinguish the inventory effect from the interest-rate effect, the change in the estimated cost between years t−1 and t is decomposed as follows:

$$\Delta Cost = (Gap_t - Gap_(t-1)) \times r_(t-1) + Gap_t \times (r_t - r_(t-1)) \quad (3)$$

The first term is the inventory-gap component: the change in the estimate attributable to Gap at the previous year's rate. The second term is the interest-rate component: the change arising from the rate difference at the current Gap. Under this decomposition order, the interaction between changes in the two variables is included in the interest-rate component. The decomposition attributes changes in a calculated indicator to two factors; it does not establish the causes of purchasing decisions.

The decomposition was calculated from unrounded inventory-gap values and year-end base rates. Rounding was applied only when reporting the results.

For 2025, three scenarios are constructed in which Gap is reduced by 30%, 50% or 70%, with base rates of 15%, 18% or 20%. This range encompasses rates observed in 2023–2025 and permits an assessment of possible future changes.

The model is linear and does not account for changes in banks' lending spreads. Within-year fluctuations are smoothed by combining the annual average Gap with the year-end base rate. Warehousing, insurance and obsolescence costs are excluded. All amounts are stated in nominal Kazakhstani tenge. The estimate depends on the selected assumptions, particularly the inventory benchmark and reference interest rate; actual enterprise costs would require additional financial data. Sensitivity to changes in the rate and Gap is evaluated through the scenarios.

3. Results

Gap was negative in 2021–2022, so the conditional cost of capital tied up in excess inventories is set to zero in those years. The gap turned positive in 2023 (Table 1).

A negative inventory gap means that average actual inventories are below the historical benchmark. At an assembly plant, this may entail a risk of component shortages, although that relationship is not tested here.

Table 1 – Estimated cost of capital tied up in excess inventories, 2021–2025

Year	Gap, KZT billion	NBK base rate (year-end), %	Estimated cost of capital, KZT million
2021	−0.59	9.75	0.0
2022	−0.16	16.75	0.0
2023	+0.30	15.75	47.6
2024	+1.37	15.25	208.6
2025	+5.86	18.00	1,054.5

Note: Author's calculations based on estimated Gap values and data from the National Bank of Kazakhstan (National Bank of Kazakhstan, n.d.).

The combined annual estimate for the period with a positive Gap was approximately KZT 1.3 billion. The sharpest increase occurred in the final year, when the widening inventory gap coincided with a higher base rate (Table 1).

The decomposition attributes 81.0% of the increase between 2024 and 2025 to the inventory-gap component and 19.0% to the interest-rate component. These shares depend on the

chosen decomposition order. The widening gap was thus the predominant factor, while the higher base rate amplified its effect.

The estimated cost is an opportunity-cost measure and is not reported as a separate expense in the enterprise's income statement. Its interpretation therefore requires a distinction between modeled capital costs and actual cash outflows.

The estimate also depends on the choice of reference rate. Applying the lower base rate observed at the start of the study to every year would reduce the cumulative estimate by approximately 44%. A constant rate would obscure changes in monetary conditions during the study period.

Table 2 presents changes in the estimated cost of capital under alternative reductions in the 2025 inventory gap and at different interest rates.

Table 2 – Estimated cost of capital under inventory-gap reduction scenarios and alternative interest rates, KZT million

Gap reduction (Gap, KZT billion)	15% rate	18% rate	20% rate
0% (5.86)	878.7	1,054.5	1,171.6
30% (4.10)	615.1	738.1	820.1
50% (2.93)	439.4	527.2	585.8
70% (1.76)	263.6	316.3	351.5

Note: Author's calculations using Equation (1); the 18% rate is the actual year-end rate for 2025.

Scenario results show that reducing the inventory gap lowers the estimated annual cost proportionately at a given base rate (Table 2). These are modeled reductions. Actual cash savings would arise only if the released funds reduced financing expenses or generated an alternative return. The feasible pace of inventory reduction must be assessed against production requirements.

A higher reference rate increases the estimated cost even when the inventory gap remains unchanged. Table 2 reports the full range of scenario outcomes; these conditional estimates may inform budgeting but do not measure actual enterprise expenses.

In 2026, the National Bank of Kazakhstan progressively reduced its base rate. On 23 October, it announced a rate of 15.75% effective from 27 October (National Bank of Kazakhstan, 2026; National Bank of Kazakhstan, n.d.). The lower-rate scenario in Table 2 is therefore close to the announced level, although it remains hypothetical. A substantial modeled cost persists if the inventory gap is not reduced.

4. Discussion

The results indicate a pronounced increase in the estimated cost of tied-up capital, driven chiefly by the widening inventory gap. Changes in the base rate had a smaller additional effect.

The proposed indicator complements inventory turnover and the share of slow-moving or obsolete items. Research has linked working-capital management to profitability and market value in emerging markets (Masry & El Menshawy, 2024), although improvements in inventory performance are not invariably associated with better financial outcomes (Cannon, 2008). Inventory turnover measures the use of inventories in the operating cycle, whereas the monetary value of Gap measures deviation from a selected benchmark. The latter measure also depends on the adequacy of that benchmark: setting it too low will inflate estimated costs.

The calculation covers only the conditional cost of money. It excludes warehousing, insurance, recordkeeping and stocktaking expenses, as well as the potential obsolescence of

components. These items could be incorporated using management accounting data if they are recorded separately. In the absence of such data, the extent to which total holding costs exceed the estimated cost of capital cannot be established.

Unlike multi-firm studies, the present analysis examines a time series for a single enterprise. It reflects the enterprise's production and logistics characteristics but does not support statistical generalization to the industry. Application elsewhere would require a comparable inventory-gap benchmark and an appropriate reference cost of capital. The analysis also illustrates an applied link between accounting and financial indicators, a topic addressed in the broader literature (Chrisman et al., 2025).

The model does not identify the causes of the increase in Gap during 2023–2025. At an assembly plant, longer delivery lead times, precautionary stock accumulation or purchasing inertia are possible explanations, but none is tested here. Inventory reductions should therefore be coordinated with actual lead times and the risk of production interruptions.

The calculation can be incorporated into the work of the finance function. Inventory and COGS data are available from the accounting system, and the base rate is published by the central bank. The positive portion of Gap could be recalculated quarterly using current data and valued at the prevailing rate. The decomposition in Equation (2) could be performed annually during budgeting to determine how much of the change is associated with Gap and how much with the rate.

Under the adopted decomposition, most of the increase in the estimate is associated with a change in Gap. Practical measures should address both the scope for reducing the gap and supply-chain constraints.

The gap could be reduced gradually over one or two reporting periods. A specific implementation schedule should reflect orders, actual component consumption, delivery lead times and the necessary level of safety stock. Table 2 provides the financial implications of alternative reduction paths.

The estimated cost of capital tied up in excess inventories could be included in management reports alongside inventory turnover. Exceeding a specified threshold could trigger a review of Gap, the suitability of the inventory benchmark and the reasons for the deviation.

When the base rate changes, the monetary valuation of Gap should be updated and the economic case for inventory reduction reassessed. A change in the interest rate does not itself alter the production requirement for components.

Exchange-rate risk should be considered for components with a substantial foreign-currency exposure. The relationship between exchange-rate volatility and corporate cash flows may vary across firms and markets. Jamali and Elbouazizi (2026) found no statistically significant effect of exchange-rate volatility on operating cash flows among non-financial firms in the MENA region. Decisions concerning these items should be coordinated with the function responsible for hedging.

The conditional cost of safety stock can be considered when reconciling sales, production and purchasing plans, taking into account the risk of component shortages.

5. Conclusion

The model indicates a substantial increase in the opportunity cost of capital tied up in excess inventories, particularly in the final year of observation. The widening inventory gap accounts for approximately 81% of the calculated increase between 2024 and 2025.

Scenario analysis indicates that inventory-gap reductions would lower the estimated annual cost at any of the considered rates. These results describe sensitivity to the model inputs; actual cash savings and interest expenses depend on the enterprise's financing arrangements.

The calculation requires two input series, Gap and the base rate, and can be updated regularly. Its practical value lies in comparing inventory deviations with changes in the cost of money. Purchasing decisions should also account for the risk of component shortages.

The main limitation is the use of the base rate instead of the enterprise's actual cost of financing. Further validation requires data on WACC, within-year changes in Gap and the base rate, storage expenses and other enterprises in the industry.

6. References

1. Bányai, A., Bárczi, J., & Thalmeiner, G. (2026). Normative lean performance score model based on financial and accounting metrics. International Journal of Financial Studies, 14(6), Article 142. https://doi.org/10.3390/ijfs14060142

2. Cannon, A. R. (2008). Inventory improvement and financial performance. International Journal of Production Economics, 115(2), 581–593. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.07.006

3. Chrisman, J. J., Fang, H., Wilson, C., & Wu, Z. (2025). Bridging accounting and finance with entrepreneurship: Business and social perspectives. The British Accounting Review, 57(4), Article 101644. https://doi.org/10.1016/j.bar.2025.101644

4. Damodaran, A. (2003). Measuring company exposure to country risk: Theory and practice [Working paper]. New York University, Stern School of Business. https://doi.org/10.2139/ssrn.889388

5. Demirhan, H. (2024). Financial anomalies and creditworthiness: A Python-driven machine learning approach using Mahalanobis distance for ISE-listed companies in the production and manufacturing sector. Journal of Financial Risk Management, 13(1), 1–41. https://doi.org/10.4236/jfrm.2024.131001

6. Harris, F. W. (1990). How many parts to make at once. Operations Research, 38(6), 947–950. https://doi.org/10.1287/opre.38.6.947

7. Jamali, S., & Elbouazizi, S. (2026). Exchange rate volatility and corporate cash-flow resilience: Firm-level evidence from MENA emerging markets. Journal of Risk and Financial Management, 19(3), Article 222. https://doi.org/10.3390/jrfm19030222

8. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The balanced scorecard—Measures that drive performance. Harvard Business Review, 70(1), 71–79.

9. Masry, M., & El Menshawy, H. (2024). The impact of working capital management on the firm's profitability and the market value: Evidence from an emerging capital market. International Journal of Accounting, Economics, and Finance Perspectives, 4(1), 108–128.

10. National Bank of Kazakhstan. (n.d.). 2015–2026 decision making schedule. Retrieved October 26, 2026, from https://nationalbank.kz/en/news/grafik-prinyatiya-resheniy-po-bazovoy-stavke/rubrics/2365

11. National Bank of Kazakhstan. (2026, October 23). Base rate lowered to 15.75% [Press release]. https://nationalbank.kz/en/news/press-relizy/20503

12. Panigrahi, R. R., Shrivastava, A. K., & Nudurupati, S. S. (2024). Impact of inventory management on SME performance: A systematic review. International Journal of Productivity and Performance Management, 73(9), 2901–2925. https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2023-0428

13. Villarreal, J. E., & Córdoba, M. J. (2010). A consistent methodology for the calculation of the cost of capital in emerging markets [Working paper]. SSRN. https://doi.org/10.2139/ssrn.1663845

ВЛИЯНИЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИНАНСОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ: АНАЛИЗ АО «KEGOC» ЗА 2022-2025 ГОДЫ

Сұлтанғалиева Анель Сырымқызы
магистрант образовательной программы «Финансы», 2 курс, Almaty Management University, г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация. В статье рассматривается, как изменение базовой ставки, инфляции и курса тенге отразилось на финансовой устойчивости казахстанского предприятия. В качестве объекта выбрано АО «KEGOC», национальный оператор электрических сетей, акции которого обращаются на Казахстанской фондовой бирже, а отчётность публикуется регулярно. Сначала кратко описаны теоретические каналы, через которые макроэкономические условия влияют на компанию. Затем по данным Национального Банка и Бюро национальной статистики охарактеризованы условия 2022-2026 годов. Основная часть работы построена на анализе фактической отчётности KEGOC за 2022-2025 годы: рассчитаны операционная и чистая рентабельность, коэффициент автономии, соотношение обязательств и капитала, рентабельность капитала и коэффициент покрытия финансовых расходов. Анализ показал, что сильнее всего на компанию повлиял инфляционный рост затрат в 2022 году, когда тарифы отставали от расходов и чистая прибыль снизилась почти на треть. Рост базовой ставки увеличил финансовые расходы, но умеренно. Ослабление тенге в 2024-2025 годах почти не затронуло компанию, потому что в 2022 году она досрочно погасила основную часть валютного долга. Сделан вывод, что финансовая устойчивость предприятия в макроэкономических шоках определяется прежде всего тем, насколько быстро оно может переложить рост затрат в цены и насколько его долг совпадает по валюте с выручкой.

Ключевые слова: финансовая устойчивость предприятия, макроэкономические факторы, базовая ставка, инфляция, обменный курс, валютный риск, KEGOC, Казахстан.

Введение

Финансовую устойчивость предприятия обычно оценивают по его собственной отчётности: смотрят на структуру капитала, ликвидность и способность обслуживать долг. Подход удобный, но он оставляет в тени простую вещь. Многие проблемы приходят к компании извне. Предприятие может ничего не менять в своей работе и за один год заметно ухудшить показатели только потому, что подорожали кредиты, ослаб тенге или выросли цены на всё, что оно покупает.

Для Казахстана этот вопрос стоит остро. За последние годы внешние условия для бизнеса менялись резко и не один раз. В 2022 году годовая инфляция составила 20,3%, а базовая ставка к концу года выросла до 16,75% [3; 7]. В январе 2025 года средневзвешенный курс доллара на Казахстанской фондовой бирже доходил до 530 тенге [9]. В феврале 2025 года средневзвешенная ставка по кредитам юридическим лицам в тенге достигла 18,3% [10]. В октябре 2025 года Национальный Банк поднял базовую ставку до 18%, а инфляция по итогам года составила 12,3% [3; 7]. В 2026 году ставку начали постепенно снижать: 23 октября

2026 года она установлена на уровне 15,75%, а годовая инфляция в сентябре замедлилась до 9,3% [6; 7].

Чтобы понять, как такие изменения отражаются на конкретном предприятии, полезно посмотреть на фактическую отчётность компании за несколько лет подряд. В этой статье выбрано АО «KEGOC». Компания интересна по нескольким причинам. Её выручка формируется в тенге по тарифам, которые утверждает государство, поэтому она не может быстро поднять цены вслед за инфляцией. У неё был долг в иностранной валюте. Её отчётность публична и регулярно разбирается аналитиками брокерских компаний, поэтому данные можно проверить.

Цель статьи состоит в том, чтобы на примере АО «KEGOC» оценить, как базовая ставка, инфляция и курс тенге повлияли на показатели финансовой устойчивости предприятия в 2022-2025 годах, и определить, какой из этих факторов оказался для компании самым значимым. Для этого решаются три задачи: рассмотреть теоретические каналы влияния макроэкономики на финансы предприятия; описать макроэкономические условия Казахстана за этот период; проанализировать отчётность компании и связать изменения её показателей с изменениями внешней среды. Статья подготовлена в рамках магистерской диссертации автора, посвящённой влиянию макроэкономических факторов на финансовую стабильность предприятия.

1. Как макроэкономические условия доходят до финансов предприятия

Отправной точкой для разговора о структуре капитала обычно служит работа Ф. Модильяни и М. Миллера. Они показали, что на совершенном рынке капитала способ финансирования не влияет на стоимость компании [22]. Однако это верно лишь при жёстких допущениях: нет налогов, нет издержек банкротства, все участники могут занимать на одинаковых условиях. В реальной экономике ни одно из этих условий не выполняется. Поэтому то, сколько компания заняла, под какую ставку и в какой валюте, прямо влияет на её способность пережить трудный период.

С. Майерс в теории иерархии источников финансирования обратил внимание на то, что компании сначала используют собственные средства и только потом обращаются к долгу [24]. Из этого следует неприятное для бизнеса следствие. Когда внешние условия ухудшаются и прибыль падает, предприятию приходится больше занимать, причём часто именно тогда, когда кредиты дорожают.

Механизм, через который денежно-кредитная политика влияет на компании, подробно описали Б. Бернанке и М. Гертлер. Они выделили кредитный канал трансмиссии [13]. Повышение ставки делает заёмные деньги дороже напрямую, а кроме того ухудшает финансовое положение заёмщика: падает денежный поток, дешевеет залог. Банки в ответ требуют более высокую премию за риск, и в итоге стоимость кредита для компании растёт сильнее, чем сама ставка. М. Гертлер и С. Гилкрист на данных обрабатывающей промышленности США показали, что после ужесточения денежно-кредитной политики малые компании страдают заметно сильнее крупных [16]. Крупные компании с хорошей кредитной историей и доступом к рынку облигаций переносят такие периоды легче.

Отдельно стоит вопрос валютного риска. Если компания берёт кредит в долларах, а выручку получает в тенге, ослабление тенге сразу увеличивает её долг в пересчёте на национальную валюту. По правилам МСФО (IAS) 21 такая курсовая разница отражается в отчёте о прибылях и убытках того периода, в котором изменился курс [19]. Исследования по развивающимся рынкам дают здесь разные результаты. Х. Блейкли и К. Коуэн на данных латиноамериканских компаний обнаружили, что фирмы с долларовым долгом после девальвации не сокращали инвестиции сильнее остальных. Объяснение оказалось простым: такой долг чаще брали экспортёры, у которых была и долларовая выручка [14]. В. Бруно и Х.С. Шин, напротив, показали, что нефинансовые компании развивающихся стран нередко

занимают в долларах без естественного валютного прикрытия и при укреплении доллара оказываются уязвимыми [15]. Практический вывод из этих работ такой: валютный долг опасен тогда, когда у компании нет валютной выручки, которая бы его покрывала.

Инфляция действует на предприятие менее заметно, но постоянно. Рост цен увеличивает расходы на материалы, зарплату и услуги. Если компания может так же быстро поднять собственные цены, её маржа почти не меняется. Если цены регулируются или конкуренция не позволяет их поднять, разница ложится на прибыль. Для компаний с регулируемыми тарифами этот канал особенно важен, потому что пересмотр тарифа обычно происходит с задержкой.

Для оценки финансовой устойчивости в отечественной и российской практике используют коэффициенты структуры капитала и платёжеспособности: коэффициент автономии, соотношение заёмного и собственного капитала, коэффициенты ликвидности [5; 11]. Банки и рейтинговые агентства больше внимания уделяют показателям обслуживания долга, прежде всего покрытию процентов операционной прибылью. Интегральные модели, например Z-модель Э. Альтмана, сводят несколько коэффициентов в один показатель вероятности банкротства [12]. В этой статье используются показатели, которые можно рассчитать по публичной отчётности KEGOC и которые лучше всего показывают реакцию на внешние условия: операционная и чистая рентабельность, коэффициент автономии, отношение обязательств к собственному капиталу, рентабельность собственного капитала и коэффициент покрытия финансовых расходов операционной прибылью.

2. Макроэкономические условия в Казахстане в 2020-2026 годах

Динамика базовой ставки и инфляции за последние годы показана в таблице 1.

Таблица 1 - Базовая ставка и годовая инфляция в Республике Казахстан, 2020-2026 гг.

Год	Базовая ставка на конец года, %	Инфляция за год (декабрь к декабрю), %
2020	9,00	7,5
2021	9,75	8,4
2022	16,75	20,3
2023	15,75	9,8
2024	15,25	8,6
2025	18,00	12,3
2026*	15,75	9,3

* Базовая ставка - по решению Национального Банка от 23 октября 2026 г.; инфляция - годовая, по состоянию на сентябрь 2026 г.

Примечание - составлено автором по данным Национального Банка Республики Казахстан и Бюро национальной статистики [3; 6; 7].

Весь период можно разделить на несколько отрезков. В 2020-2021 годах ставка держалась на уровне 9-10%, и кредит для бизнеса был относительно доступен. В 2022 году ситуация резко изменилась: инфляция превысила 20%, и Национальный Банк за год поднял ставку почти вдвое. Даже ставка 16,75% оказалась ниже инфляции, то есть реальная стоимость денег в тот год была отрицательной. В 2023-2024 годах инфляция замедлилась до 8-10%, ставку понемногу снижали, но реальная ставка стала заметно положительной: в 2024 году разница между базовой ставкой и инфляцией составила около 6,6 процентного пункта.

В 2025 году давление на цены снова усилилось. На это повлияли рост тарифов на коммунальные услуги, ослабление тенге в начале года и быстрый рост внутреннего спроса. В октябре 2025 года Национальный Банк поднял ставку до 18%, и на этом уровне она держалась до июня 2026 года. Затем регулятор снижал ставку в несколько шагов: до 17% в

июне, до 16,75% в июле, до 16,25% в сентябре и до 15,75% в октябре 2026 года [6; 7]. Кредиты бизнесу при этом стоят дороже базовой ставки: в феврале 2025 года средневзвешенная ставка по тенговым кредитам юридическим лицам составила 18,3% [10].

Для предприятий из этого следуют три вывода. Реальная стоимость заёмных денег в 2024-2026 годах остаётся высокой. Условия меняются быстро, и компания с плавающей ставкой может через год обслуживать кредит совсем под другую ставку. Курс тенге за эти годы несколько раз заметно слабел, и компании с валютными обязательствами каждый раз несли курсовые потери. Посмотрим, как эти изменения отразились на отчётности KEGOC.

3. Объект и методика исследования

АО «KEGOC» является национальным оператором электрической сети Казахстана. Компания передаёт электроэнергию по магистральным сетям, обеспечивает диспетчеризацию и балансирование энергосистемы. Основная часть её выручки приходится на внутренний рынок и формируется по предельным тарифам, которые утверждает уполномоченный орган. Компания имеет кредитные рейтинги инвестиционного уровня: в феврале 2024 года Fitch повысило рейтинг компании до BBB [1], а в сентябре 2024 года Moody's повысило его с Baa2 до Baa1 [23].

Информационной базой послужили данные финансовой отчётности KEGOC по МСФО за 2022-2025 годы. Показатели за 2022-2024 годы взяты из аналитического обзора Halyk Finance, составленного по аудированной отчётности компании [18]. Данные за 2025 год взяты из публикации Forbes.kz по годовой отчётности компании [4]. Пояснения к изменениям показателей в 2022 году приведены по обзору Halyk Finance за 2022 год [17], данные о тарифах по годовому отчёту компании и публикациям о решениях регулятора [2; 8; 21].

Метод исследования сочетает горизонтальный анализ показателей отчётности, коэффициентный анализ и сопоставление динамики показателей компании с изменением макроэкономических условий. Такой подход не позволяет строго отделить влияние каждого фактора от других, например от решений руководства. Зато он показывает, как реальная компания прошла через реальные изменения внешней среды, и опирается только на проверяемые данные.

4. Результаты анализа

Основные показатели отчётности KEGOC приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные финансовые показатели АО «KEGOC», 2022-2025 гг., млн тенге

Показатель	2022	2023	2024	2025
Выручка	217 256	252 136	319 906	397 700
Операционная прибыль	37 994	58 666	71 494	95 800
Финансовые расходы	13 295	13 709	12 303	н/д
Чистая прибыль	26 748	43 397	59 497	70 800
Активы	986 612	1 001 785	1 097 066	1 137 000
Обязательства	333 047	316 066	327 144	340 800
Собственный капитал	653 565	685 719	769 922	796 200

Примечание - составлено автором по данным [4; 18]. Показатели за 2022-2023 гг. приведены в том виде, в котором они даны как сравнительные в обзоре за 2024 г.; в первоначально опубликованной отчётности чистая прибыль за 2023 г. составляла 42,7 млрд тенге. Данные за 2025 г. приведены в источнике в округлённом виде; активы за 2025 г. рассчитаны как сумма обязательств и капитала. н/д - нет данных в открытых источниках.

На основе этих данных рассчитаны коэффициенты финансовой устойчивости и рентабельности (таблица 3).

Таблица 3 - Показатели финансовой устойчивости и рентабельности АО «KEGOC», 2022-2025 гг.

Показатель	2022	2023	2024	2025
Операционная рентабельность, %	17,5	23,3	22,3	24,1
Чистая рентабельность продаж, %	12,3	17,2	18,6	17,8
Коэффициент автономии	0,66	0,68	0,70	0,70
Обязательства / собственный капитал	0,51	0,46	0,42	0,43
Рентабельность собственного капитала, %	4,1	6,3	7,7	8,9
Покрытие финансовых расходов операционной прибылью, раз	2,86	4,28	5,81	н/д

Примечание - рассчитано автором по данным таблицы 2.

Инфляция и рост затрат. Самым тяжёлым для компании оказался 2022 год. Выручка выросла на 16,5%, но себестоимость увеличилась на 37,8%, и в результате чистая прибыль снизилась примерно на 32% по сравнению с 2021 годом [17]. Аналитики Halyk Finance прямо связали падение прибыли с опережающим ростом себестоимости. Внутри неё расходы на оплату труда выросли на 34,3%, а амортизация на 67,6% [17]. Рост амортизации в основном связан с переоценкой основных средств и не зависит напрямую от макроэкономики. А вот рост расходов на оплату труда (34,3%) заметно опередил и без того высокую инфляцию 20,3%. Выручка при этом росла главным образом за счёт объёмов передачи электроэнергии, которые увеличились на 7,2% [17]. Тарифы же были утверждены ещё в 2021 году на пять лет вперёд, когда высокой инфляции никто не ожидал: с 1 октября 2022 года тариф на передачу электроэнергии вырос только с 2,797 до 2,848 тенге за кВт·ч, то есть примерно на 2% [8]. Это хорошо иллюстрирует механизм, описанный в первом разделе: регулируемая компания не может сразу переложить инфляцию в цены, и разница ложится на прибыль. Операционная рентабельность в 2022 году опустилась до 17,5%, самого низкого уровня за рассматриваемый период.

В последующие годы ситуация выправилась вместе с пересмотром тарифов. С 1 октября 2023 года тариф на передачу электроэнергии был повышен с 2,935 до 3,381 тенге за кВт·ч, то есть на 15,2% [2]. Выручка выросла до 252,1 млрд тенге в 2023 году и до 319,9 млрд тенге в 2024 году, операционная рентабельность восстановилась до 22-23%. В марте 2025 года компания вынесла на публичные слушания предложение повысить тариф на передачу ещё на 26%, с 3,492 до 4,383 тенге за кВт·ч, объясняя это ростом затрат [21]. В 2025 году выручка достигла 397,7 млрд тенге, что на 24,3% больше, чем годом ранее, причём основная часть прироста пришлась на внутренний рынок [4]. Таким образом, инфляционный удар 2022 года компания компенсировала только через несколько лет, после пересмотра тарифов.

Базовая ставка и финансовые расходы. Повышение базовой ставки в 2022 году отразилось на компании, но умеренно. По данным Halyk Finance, финансовые расходы KEGOC в 2022 году выросли на 13,9% до 13,3 млрд тенге, и аналитики связали это в том числе с подорожанием финансирования после повышения ставки с 9,75% до 16,75% [17]. При этом коэффициент покрытия финансовых расходов операционной прибылью даже в худшем 2022 году составил 2,86. В 2023-2024 годах, несмотря на то что ставка оставалась выше 15%, финансовые расходы не росли и в 2024 году снизились до 12,3 млрд тенге, а покрытие выросло до 5,81. Объясняется это тем, что компания сокращала долг: общий объём займов

уменьшился со 171,2 млрд тенге в 2021 году до 156,4 млрд тенге в 2022 году [17]. Для KEGOC дорогие деньги стали проблемой в основном при привлечении нового финансирования, а не при обслуживании существующего долга.

Курс тенге и валютный долг. Пример KEGOC особенно показателен в части валютного риска. В сентябре 2022 года компания досрочно и полностью погасила заём Международного банка реконструкции и развития на 46,3 млн долларов США [20]. В результате доля валютного долга в общем долге снизилась с 28,9% в 2021 году до 10,9% в 2022 году [17]. Выручка компании формируется в основном в тенге, поэтому валютный долг был для неё прямым источником риска. После его погашения ослабление тенге в конце 2024 и начале 2025 года, когда курс доходил до 530 тенге за доллар [9], почти не отразилось на результатах. Чистая прибыль в 2024 году выросла на 37,1% [1], а в 2025 году ещё на 19%, до 70,8 млрд тенге [4]. Этот результат согласуется с выводами Х. Блейкли и К. Коуэна [14]: опасен не валютный долг сам по себе, а несоответствие валюты долга и валюты выручки. KEGOC устранила это несоответствие заранее.

Структура капитала. Коэффициент автономии за весь период вырос с 0,66 до 0,70, а отношение обязательств к собственному капиталу снизилось с 0,51 до 0,43. Даже в 2022 году, когда прибыль упала, структура баланса компании оставалась очень устойчивой: на каждый тенге обязательств приходилось около двух тенге собственного капитала. Это говорит о том, что коэффициенты структуры капитала реагируют на внешние шоки медленно. Если бы финансовая устойчивость KEGOC оценивалась только по ним, ухудшение 2022 года было бы почти незаметно. Показатели рентабельности и покрытия финансовых расходов показали его сразу.

Рентабельность собственного капитала остаётся невысокой: от 4,1% в 2022 году до 8,9% в 2025 году. Это значительно ниже и инфляции, и базовой ставки за те же годы. Для инфраструктурной компании с большим объёмом основных средств такой уровень не редкость, но он показывает, что в реальном выражении собственный капитал компании за этот период почти не зарабатывал. Здесь макроэкономический фактор проявляется косвенно: при высокой инфляции и высокой ставке ожидаемая доходность для акционеров растёт, а регулируемый тариф ограничивает прибыль.

5. Обсуждение и практические рекомендации

Анализ KEGOC позволяет сделать вывод, который не совсем совпадает с привычным вниманием к решениям Национального Банка по базовой ставке. Для этой компании ставка оказалась далеко не главным фактором. Сильнее всего на результатах сказалась инфляция, потому что затраты выросли быстрее, чем компании разрешили поднять тарифы. Курсовой риск мог бы стать серьёзным, но компания его заранее сократила.

У анализа есть ограничения. KEGOC является крупной компанией с государственным участием, монопольным положением и рейтингами инвестиционного уровня. Для малого и среднего бизнеса, у которого нет доступа к дешёвому финансированию от международных банков и рынку облигаций, влияние ставки скорее всего будет сильнее, как показывают работы М. Гертлера и С. Гилкриста [16]. Кроме того, на результаты компании влияли и факторы, не связанные с макроэкономикой: переоценка основных средств, рост объёмов передачи, экспорт электроэнергии. Полностью отделить их влияние в рамках коэффициентного анализа нельзя.

С учётом этих оговорок опыт KEGOC позволяет сформулировать несколько практических рекомендаций для казахстанских предприятий.

Первая рекомендация - согласовывать валюту долга с валютой выручки. Решение KEGOC досрочно погасить долларовый заём в 2022 году защитило компанию от последующего ослабления тенге. Предприятиям, которые продают продукцию за тенге, стоит заимствовать в тенге, даже если ставка выше.

Вторая рекомендация касается инфляционного риска. Компаниям с регулируемыми ценами нужно заранее закладывать в тарифные заявки прогноз роста затрат и добиваться более частого пересмотра тарифов. Нерегулируемым компаниям полезно предусматривать в долгосрочных договорах с покупателями условия об индексации цен.

Третья рекомендация касается процентного риска. В периоды высокой ставки разумно сокращать долг и не привлекать новое дорогое финансирование без крайней необходимости, а крупные кредиты брать по фиксированной ставке. Для малого и среднего бизнеса стоит учитывать государственные программы субсидирования ставок, которые реализуются, в частности, через фонд «Даму».

Четвёртая рекомендация - оценивать финансовую устойчивость не только по структуре баланса. Пример KEGOC показывает, что коэффициент автономии может оставаться высоким, когда рентабельность уже падает. Показатели покрытия финансовых расходов и рентабельности нужно отслеживать ежеквартально.

Заключение

В статье на примере АО «KEGOC» рассмотрено, как изменение базовой ставки, инфляции и курса тенге отражается на финансовой устойчивости предприятия. Теоретический обзор показал, что макроэкономические условия доходят до компании через стоимость и доступность кредита, через валютную переоценку обязательств и через соотношение роста цен и расходов. Данные за 2020-2026 годы подтверждают, что казахстанские предприятия работают в условиях высокой и часто меняющейся стоимости денег, высокой инфляции и периодических ослаблений тенге.

Анализ отчётности KEGOC за 2022-2025 годы показал следующее. Наибольший ущерб компании нанесла инфляция 2022 года: себестоимость выросла на 37,8% при росте выручки на 16,5%, чистая прибыль снизилась примерно на треть, операционная рентабельность упала до 17,5%. Повышение базовой ставки увеличило финансовые расходы на 13,9%, но покрытие этих расходов операционной прибылью оставалось достаточным, а в 2024 году выросло до 5,81 раза. Ослабление тенге в 2024-2025 годах практически не затронуло компанию, потому что доля валютного долга была заранее снижена с 28,9% до 10,9%. Коэффициент автономии за весь период держался на уровне 0,66-0,70, то есть показатели структуры капитала почти не отреагировали на ухудшение 2022 года.

Главный вывод состоит в том, что финансовая устойчивость предприятия в условиях макроэкономических шоков зависит прежде всего от двух вещей: насколько быстро оно может переложить рост затрат в цены и насколько его долг совпадает по валюте с выручкой. В дальнейшем исследование планируется расширить на несколько компаний разных отраслей, акции которых обращаются на Казахстанской фондовой бирже, и сравнить их чувствительность к макроэкономическим факторам с помощью эконометрических методов.

Список источников

1. АО «KEGOC». Годовой отчёт за 2024 год. - URL: https://old.kase.kz/files/emitters/KEGC/kegcp_2024_rus.pdf (дата обращения: 26.10.2026).

2. АО «KEGOC». Интегрированный годовой отчёт: тарифная политика. - URL: https://ar2023.kegoc.kz/ru/tariff-policy.html (дата обращения: 26.10.2026).

3. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Индекс потребительских цен в Республике Казахстан. - URL: https://stat.gov.kz (дата обращения: 26.10.2026).

4. Как выросла прибыль KEGOC в 2025 году // Forbes.kz. - 2026. - URL: https://forbes.kz/articles/kak-vyrosla-pribyl-kegoc-v-2025-godu-ea9b7c (дата обращения: 26.10.2026).

5. Ковалев В.В. Финансовый анализ: методы и процедуры. - М.: Финансы и статистика, 2001.

6. Нацбанк Казахстана ожидаемо снизил базовую ставку до 15,75% годовых // Интерфакс. - 23.10.2026. - URL: https://www.interfax.ru/business/1124451 (дата обращения: 26.10.2026).

7. Национальный Банк Республики Казахстан. Пресс-релизы о решениях по базовой ставке, 2020-2026 гг. - URL: https://nationalbank.kz (дата обращения: 26.10.2026).

8. После двух отказов: каких предельных тарифов удалось добиться KEGOC? // Inbusiness.kz. - 29.09.2021. - URL: https://inbusiness.kz/ru/news/posle-dvuh-otkazov-kakih-predelnyh-tarifov-udalos-dobitsya-kegoc (дата обращения: 26.10.2026).

9. Средневзвешенный курс доллара на бирже составил 530,12 тенге // Kapital.kz. - 17.01.2025. - URL: https://kapital.kz/finance/133511/ (дата обращения: 26.10.2026).

10. Ставки по кредитам для бизнеса в Казахстане достигли максимума за год // Bank.kz. - 2025. - URL: https://bank.kz/news/finansy-news/stavki-po-kreditam-dlya-biznesa-v-kazahstane-dostigli-maksimuma-za-god/ (дата обращения: 26.10.2026).

11. Шеремет А.Д., Негашев Е.В. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций. - 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2008.

12. Altman E.I. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy // The Journal of Finance. - 1968. - Vol. 23, No. 4. - P. 589-609.

13. Bernanke B.S., Gertler M. Inside the black box: the credit channel of monetary policy transmission // Journal of Economic Perspectives. - 1995. - Vol. 9, No. 4. - P. 27-48.

14. Bleakley H., Cowan K. Corporate dollar debt and depreciations: much ado about nothing? // The Review of Economics and Statistics. - 2008. - Vol. 90, No. 4. - P. 612-626.

15. Bruno V., Shin H.S. Global dollar credit and carry trades: a firm-level analysis // The Review of Financial Studies. - 2017. - Vol. 30, No. 3. - P. 703-749.

16. Gertler M., Gilchrist S. Monetary policy, business cycles, and the behavior of small manufacturing firms // The Quarterly Journal of Economics. - 1994. - Vol. 109, No. 2. - P. 309-340.

17. Halyk Finance. АО «KEGOC»: результаты за 2022 год: аналитический обзор. - URL: https://halykfinance.kz/download/files/analytics/kegoc_2022.pdf (дата обращения: 26.10.2026).

18. Halyk Finance. АО «KEGOC»: результаты за 2024 год: аналитический обзор. - 2025. - URL: https://halykfinance.kz/download/files/analytics/KEGOC_2024.pdf (дата обращения: 26.10.2026).

19. IFRS Foundation. IAS 21 The Effects of Changes in Foreign Exchange Rates. - URL: https://www.ifrs.org (дата обращения: 26.10.2026).

20. KEGOC announces repayment of IBRD loan ahead of schedule // Kazakhstan Stock Exchange. - 13.10.2022. - URL: https://kase.kz/en/news/show/1489914/ (дата обращения: 26.10.2026).

21. KEGOC поднимает тарифы: электроэнергия подорожает с апреля // Inbusiness.kz. - 12.03.2025. - URL: https://inbusiness.kz/ru/news/kegoc-podnimaet-tarify-elektroenergiya-podorozhaet-s-aprelya (дата обращения: 26.10.2026).

22. Modigliani F., Miller M.H. The cost of capital, corporation finance and the theory of investment // The American Economic Review. - 1958. - Vol. 48, No. 3. - P. 261-297.

23. Moody's Ratings повысило рейтинг АО «KEGOC» до Baa1 // Kazakhstan Stock Exchange. - 11.09.2024. - URL: https://kase.kz/ru/news/show/1529157/ (дата обращения: 26.10.2026).

24. Myers S.C. The capital structure puzzle // The Journal of Finance. - 1984. - Vol. 39, No. 3. - P. 575-592.

Экономические механизмы углеродного регулирования: сравнительный анализ международной практики

Есенгали Л.
докторант, Университет «Туран»
Оспанова А.К.
сениор-лектор, Университет «Туран»
Закирова Д.И.
PhD, профессор, Университет «Туран»

Аннотация: В статье представлен сравнительный анализ экономических механизмов углеродного регулирования, применяемых в Европейском союзе, Китае, Индии и Казахстане. Цель исследования заключается в выявлении особенностей рассматриваемых механизмов с точки зрения объектов регулирования, отраслевого охвата, принципов формирования экономических стимулов и требований к учёту выбросов парниковых газов. Методологическую основу исследования составляют сравнительный анализ нормативных правовых актов, официальных материалов государственных органов и документов международных организаций. Установлены различия в подходах к организации углеродного регулирования: в Европейском союзе система торговли квотами EU ETS функционирует в сочетании с механизмом пограничной углеродной корректировки CBAM; в Китае осуществляется расширение национальной системы торговли выбросами на промышленные отрасли; в Индии формируется система торговли углеродными кредитами, предусматривающая обязательства по показателям интенсивности выбросов; в Казахстане развивается действующая система торговли квотами. Выявлены различия в объектах регулирования, принципах распределения обязательств и механизмах углеродного ценообразования. Показано, что наличие национальных систем углеродного регулирования не предполагает сопоставимости формируемых ими ценовых сигналов и требований к подтверждению данных о выбросах. Обоснована практическая значимость совершенствования мониторинга и верификации выбросов, повышения прозрачности параметров углеродного регулирования и учёта требований внешних рынков для дальнейшего развития системы углеродного регулирования Казахстана.
Ключевые слова: углеродное регулирование; торговля квотами; пограничная углеродная корректировка; национальный углеродный рынок; международная практика.

1. Введение

Углеродное регулирование постепенно становится частью экономической политики стран с различной структурой производства и уровнем доходов. С помощью углеродного регулирования государства ограничивают выбросы парниковых газов и воздействуют на производственные и инвестиционные решения предприятий. Предприятиям приходится учитывать стоимость выбросов, требования к экологической отчётности и вероятность пересмотра действующих нормативов. В международной торговле эти изменения особенно заметны там, где производители из разных стран конкурируют на одном рынке, но несут неодинаковые расходы на выполнение климатических требований.

Набор используемых инструментов существенно различается. В ряде стран действует общий предел выбросов, в рамках которого предприятия торгуют квотами. При

регулировании через нормативы углеродоёмкости обязательства предприятий зависят от выбросов на единицу продукции; выполнение установленных показателей может сопровождаться обращением углеродных кредитов. Европейский союз применяет внутреннюю систему торговли квотами и отдельный механизм корректировки углеродных издержек при импорте определённых товаров. Поэтому обозначение всех подобных инструментов общим термином «углеродный рынок» не позволяет оценить их реальные различия.

Для Казахстана эта проблема имеет практическое значение. Национальная система торговли квотами действует с 2013 года, а часть экспорта энергоёмкой продукции направляется на рынки, где правила углеродного регулирования меняются. Опыт других стран интересен не в качестве готового образца для копирования, а как основание для сопоставления используемых механизмов, особенностей их охвата и требований к предприятиям. Цель исследования заключается в проведении сравнительного анализа экономических механизмов углеродного регулирования в Европейском союзе, Китае, Индии и Казахстане с выявлением различий в объектах регулирования, принципах формирования экономических стимулов, распределении обязательств и требованиях к учёту выбросов. Обзор ограничен регулированием выбросов парниковых газов; налоги на топливо, добровольные корпоративные стандарты и механизмы поддержки возобновляемой энергетики самостоятельно не анализируются.

2. Материалы и методы

Исследование имеет обзорный характер. Его информационную основу составляют регламенты ЕС и материалы Европейской комиссии, документы Министерства экологии и окружающей среды Китая, опубликованные материалы индийского Бюро энергоэффективности, Экологический кодекс Республики Казахстан, а также аналитические сведения Международного партнёрства по торговле выбросами (ICAP), Международного энергетического агентства и Всемирного банка (Bureau of Energy Efficiency, n.d., 2026; European Commission, n.d.-a, n.d.-b; European Union, 2023, 2025; International Carbon Action Partnership, 2026; International Energy Agency, n.d.; Ministry of Ecology and Environment of the People’s Republic of China, 2025a, 2025b; Republic of Kazakhstan, 2021; World Bank, 2025). Состояние регулирования рассматривается на октябрь 2026 года. Для каждого механизма выделены регулируемый объект, отраслевой охват, единица обязательства, характер экономического стимула и требования к подтверждению выбросов.

Использован сравнительный анализ нормативных конструкций. Он не предполагает, что разные углеродные единицы, нормативы и рыночные цены автоматически сопоставимы между собой. В частности, цена квоты внутри национальной системы и сумма платежа в рамках пограничного механизма возникают в разных правовых и экономических условиях. Статистическая оценка влияния рассматриваемых инструментов на выпуск, занятость или экспорт не проводится; выводы ограничиваются устройством механизмов и ожидаемыми каналами их воздействия.

3. Результаты

Европейская система торговли квотами на выбросы (EU ETS) введена в 2005 году. Её основой служит принцип cap-and-trade: устанавливается ограничение совокупных выбросов для охваченных секторов, а предприятия должны обеспечить наличие достаточного количества разрешений на выбросы. Предельный объём сокращается по установленному графику. Система охватывает производство электроэнергии и тепла, значительную часть промышленности, а также предусмотренные регулированием виды авиационной и морской

деятельности. Цена квот формируется в ходе торгов и зависит от спроса, предложения и ожиданий участников рынка (European Commission, n.d.-a).

Система ограничивает суммарный объём выбросов, но производство отдельных товаров может перемещаться в юрисдикции с менее строгими требованиями. Для ограничения риска переноса углеродоёмкого производства ЕС разработал механизм пограничной углеродной корректировки (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM), установленный Регламентом (ЕС) 2023/956 (European Union, 2023). В отличие от EU ETS, он ориентирован на импорт определённых категорий товаров. Обязанности по CBAM возлагаются на уполномоченных декларантов в ЕС; при расчёте учитываются встроенные выбросы импортируемой продукции, корректировка в связи с бесплатным распределением квот в EU ETS и допустимый учёт углеродной цены, фактически уплаченной в стране происхождения.

Переходный период CBAM продолжался с октября 2023 года до конца 2025 года. Основной режим действует с 1 января 2026 года; поправки 2025 года изменили отдельные требования и предусмотрели начало продажи сертификатов с 1 февраля 2027 года (European Union, 2025). Важным элементом системы выступают методы определения встроенных выбросов. Для расчётов могут использоваться подтверждённые данные либо установленные значения по умолчанию при соблюдении применимых правил. Европейская комиссия публикует нормативные материалы и разъяснения, включая сведения для операторов производств за пределами ЕС (European Commission, n.d.-b).

В ЕС регулирование выбросов внутри страны сопровождается требованиями к углеродным характеристикам отдельных импортируемых товаров. Внутренний рынок квот регулирует установки и объём их выбросов, а CBAM применяется к определённым импортным товарам и учитывает особенности их производства. Для торговых партнёров значимы не только ценовые параметры, но и способность предоставить сведения, отвечающие европейской методологии.

Китай формирует систему углеродного регулирования в условиях крупного промышленного производства и значительного спроса на энергию. Национальный рынок торговли выбросами начал работу в 2021 году с электроэнергетического сектора. В отличие от прямого налогообложения выбросов, он использует распределение и обращение разрешений между регулируемыми участниками. Национальный механизм дополняется требованиями к мониторингу, отчётности и проверке данных, поскольку объём обязательств предприятия должен опираться на документированные показатели.

В марте 2025 года Министерство экологии и окружающей среды Китая утвердило включение сталелитейной, цементной и алюминиевой промышленности в национальную систему. В официальном плане определены организационные меры перехода к расширенному отраслевому охвату и требования к данным предприятий (Ministry of Ecology and Environment of the People’s Republic of China, 2025b). В опубликованном отчёте о развитии национального углеродного рынка за 2025 год расширение системы рассматривается как один из основных этапов её развития (Ministry of Ecology and Environment of the People’s Republic of China, 2025a). Расширение охватывает также отрасли, активно участвующие в международной торговле.

Система распределения квот в Китае основана на интенсивности выбросов: объём выделяемых разрешений связан с выпуском продукции и отраслевыми показателями выбросов на единицу продукции. Такая конструкция допускает изменение суммарного объёма квот вслед за производством. При сопоставлении с EU ETS следует учитывать различия в порядке распределения разрешений, отраслевом охвате и требованиях к данным предприятий (Ministry of Ecology and Environment of the People’s Republic of China, 2025a, 2025b).

Для экспортно ориентированных производств расширение системы означает повышение значения собственных процедур учёта выбросов. Однако наличие национальной системы не освобождает автоматически производителя от выполнения требований CBAM при поставках в ЕС. Признание углеродной цены, уплаченной в стране происхождения, зависит от конкретных условий европейского регулирования и документального подтверждения, а не от самого факта участия предприятия в национальном рынке квот.

Индия использует иной порядок формирования экономических стимулов. Углеродное регулирование развивалось на базе программ энергоэффективности в промышленности и постепенно дополнялось специализированным углеродным рынком. Схема торговли углеродными кредитами Carbon Credit Trading Scheme (CCTS) принята в 2023 году и предусматривает обязательный механизм для определённых категорий предприятий и компенсационный механизм, в котором сокращения выбросов могут подтверждаться в рамках установленных процедур (Bureau of Energy Efficiency, n.d.).

В обязательной части CCTS применяются целевые показатели интенсивности выбросов парниковых газов в расчёте на единицу выпуска. Выполнение обязательств регулируемыми предприятиями оценивается по достигнутой углеродоёмкости продукции. Первая редакция детальной процедуры применения обязательного механизма была опубликована Бюро энергоэффективности в июле 2024 года; в мае 2026 года размещена её обновлённая редакция (Bureau of Energy Efficiency, n.d., 2026). Отдельного рассмотрения требуют сроки внедрения правил и сведения о фактически состоявшихся сделках.

Подход, основанный на интенсивности выбросов, допускает снижение углеродоёмкости единицы продукции при одновременном росте общего выпуска. Поэтому выполнение норматива интенсивности само по себе не свидетельствует об абсолютном сокращении выбросов предприятия или отрасли. В то же время такой механизм позволяет учитывать технологические различия между производствами и ориентировать стимулы на повышение эффективности. Его практическое действие зависит от сложности установленных нормативов, процедур подтверждения результатов и условий обращения кредитов.

Индийская CCTS рассчитана на выполнение внутренних климатических требований, в то время как европейский CBAM распространяется на импорт. CCTS ориентирована прежде всего на внутренние объекты регулирования и выполнение национальных требований. Внешнеторговые последствия возникают опосредованно - через издержки производителей, изменение технологических решений и возможность подтверждения экологических характеристик продукции при работе на внешних рынках.

Казахстан первым в Центральной Азии ввёл национальную систему торговли выбросами парниковых газов. Она начала функционировать в 2013 году, хотя в 2016-2017 годах её работа была временно приостановлена для корректировки нормативной базы и порядка распределения квот (International Energy Agency, n.d.). Нынешняя система опирается на Экологический кодекс Республики Казахстан и подзаконные правила государственного регулирования выбросов парниковых газов. Квотирование распространяется на предусмотренные законодательством установки, а операции с углеродными единицами учитываются в соответствующем реестре (Republic of Kazakhstan, 2021).

С 2021 года в Казахстане квоты распределяются бесплатно на основе отраслевых бенчмарков. В отличие от систем с существенной долей аукционной продажи разрешений, такой порядок непосредственно не формирует цену при первичном распределении. По сведениям ICAP, на момент опубликованной оценки национальный план распределения квот на 2026-2030 годы находился на рассмотрении. Приводимые ICAP сведения о вторичном рынке следует оценивать с учётом периода наблюдения и различий в охвате углеродных рынков (International Carbon Action Partnership, 2026).

Изменение институциональных условий остаётся предметом государственной политики. В марте 2025 года Министерство экологии и природных ресурсов Казахстана и АО «Жасыл даму» при поддержке Всемирного банка запустили проект по совершенствованию национального углеродного рынка. Среди рассматриваемых направлений названы развитие аукционного распределения квот, расширение охвата и совершенствование бенчмарков (World Bank, 2025). Эти инициативы не следует смешивать с уже действующими обязательствами: предложения о реформировании и принятые нормы обладают разным правовым статусом.

Для казахстанских предприятий существенны одновременно требования национальной ETS и правила зарубежных рынков. Для применения методологии CBAM экспортёрам могут потребоваться дополнительные данные о выбросах, даже если предприятие уже отчитывается в рамках казахстанской ETS. При экспорте могут потребоваться сведения на уровне производственной установки и конкретной товарной позиции, а также выполнение требований к верификации. С другой стороны, совершенствование национальных процедур учёта способно облегчить подготовку необходимых данных. Значение имеет и порядок возможного зачёта углеродной цены, фактически уплаченной в Казахстане, который определяется нормами ЕС.

Сопоставление четырёх систем показывает, что они используют сходную идею экономической ответственности за выбросы, но формируют её через разные объекты регулирования. EU ETS устанавливает ограничение на выбросы охваченных секторов; CBAM связывает обязательства с углеродными характеристиками определённых импортируемых товаров. Китайская система расширяет промышленный охват национального рынка, а индийский обязательный механизм строится вокруг нормативов интенсивности выбросов. Казахстан использует квотирование установок и обращение углеродных единиц. Эти различия обобщены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение механизмов углеродного регулирования ЕС, Китая, Индии и Казахстана

Подход	Регулируемый объект	Принцип обязательства	Учёт и подтверждение
Европейский союз	Установки/секторы внутри ЕС; отдельные импортируемые товары	EU ETS: квоты в пределах общего ограничения; CBAM: сертификаты с корректировками	Мониторинг и проверка выбросов; для CBAM - данные о встроенных выбросах товара
Китай	Регулируемые установки энергетики и включённых промышленных отраслей	Распределение и обращение квот с отраслевыми параметрами	Отчётность и проверка данных по национальным отраслевым правилам
Индия	Регулируемые предприятия; отдельно - компенсационные проекты	Обязательный механизм с целями по интенсивности выбросов; углеродные кредиты	Учёт достигнутой интенсивности и установленная процедура верификации
Казахстан	Квотируемые установки в предусмотренных отраслях	Квоты и обращение углеродных единиц; применение бенчмарков	Мониторинг и верификация отчётов, национальный реестр углеродных единиц

Источник: составлено по официальным материалам (Bureau of Energy Efficiency, n.d., 2026; European Commission, n.d.-a, n.d.-b; European Union, 2023, 2025; International Carbon Action Partnership, 2026; International Energy Agency, n.d.; Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China, 2025a, 2025b; Republic of Kazakhstan, 2021; World Bank, 2025).

4. Обсуждение

Границы действия систем различаются: национальные ETS охватывают регулируемые установки, а CBAM применяется к определённым товарам при импорте. Из-за этого расчёт обязательств строится на разных показателях. Абсолютный объём выбросов установки, выбросы на единицу продукции и встроенные выбросы импортируемого товара требуют самостоятельного учёта. Различается и ценовой сигнал. На внутреннем рынке он зависит от спроса и предложения квот, тогда как обязательства по CBAM определяются по европейским правилам с учётом предусмотренных корректировок и возможного зачёта уплаченной углеродной цены.

Во всех четырёх случаях возрастает значение проверяемости данных. Для национальных систем информация о выбросах необходима для распределения, учёта и выполнения обязательств. Для CBAM она используется также при определении параметров импорта. Однако процедуры мониторинга и верификации разработаны для разных юридических объектов и не всегда взаимно признаются. Сопоставимость национальных систем следует оценивать отдельно по нормативным требованиям, методологии измерения и институтам проверки.

Из рассмотренного опыта нельзя сделать вывод о существовании одной универсальной модели углеродного регулирования. Выбор инструмента зависит от структуры экономики, состава регулируемых отраслей, административных возможностей и целей климатической политики. При этом развитие национального рынка квот не устраняет

необходимость учитывать новые внешнеторговые требования. Для Казахстана практический вопрос состоит в согласовании национального регулирования с потребностью экспортёров представлять достоверную информацию о производственных выбросах, не предполагая автоматического признания различных систем эквивалентными.

5. Заключение

Проведённый сравнительный анализ выявил существенные различия в экономических механизмах углеродного регулирования, применяемых в рассматриваемых юрисдикциях. Установлено, что данные различия проявляются в объектах регулирования, отраслевом охвате, принципах распределения обязательств и способах формирования экономических стимулов к сокращению выбросов парниковых газов. Системы торговли квотами, механизмы, основанные на показателях интенсивности выбросов, и пограничная углеродная корректировка предусматривают различные условия возникновения и выполнения обязательств регулируемых субъектов.

Сравнение рассматриваемых механизмов показывает, что наличие инструментов углеродного ценообразования не обеспечивает сопоставимости формируемых ценовых сигналов и экономических условий выполнения обязательств. Существенное значение имеют порядок распределения углеродных единиц, характеристики регулируемых выбросов и требования к их подтверждению. Различия в методологии мониторинга, отчётности и верификации приобретают особую значимость во внешнеэкономической деятельности, поскольку выполнение национальных требований не во всех случаях обеспечивает соответствие правилам углеродного регулирования зарубежных рынков.

Для Казахстана результаты исследования указывают на необходимость дальнейшего совершенствования мониторинга и верификации выбросов, повышения прозрачности нормативных параметров национальной системы торговли квотами и учёта изменений углеродного регулирования основных торговых партнёров. Указанные направления имеют практическое значение для функционирования национального углеродного рынка и выполнения требований, предъявляемых к экспортируемой продукции, независимо от выбора конкретной модели дальнейшего реформирования системы.

Исследование ограничено сравнительным анализом нормативных конструкций и экономических механизмов углеродного регулирования и не включает количественную оценку их влияния на объёмы выбросов, производственные издержки и конкурентоспособность предприятий. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оценку экономических последствий применения различных инструментов углеродного регулирования на основе сопоставимых отраслевых и корпоративных данных.

6. Список литературы

1. Bureau of Energy Efficiency. (n.d.). Carbon market. Government of India. https://beeindia.gov.in/show_content.php?lang=1&level=1&lid=294&ls_id=116

2. Bureau of Energy Efficiency. (2026, May 22). Detailed procedure for compliance mechanism under CCTS [Updated edition; document 17 in Press Releases]. Government of India. https://beeindia.gov.in/show_content.php?lang=1&level=1&lid=309&ls_id=136

3. European Commission. (n.d.-a). About the EU ETS. https://climate.ec.europa.eu/areas-action/carbon-markets/about-eu-ets_en

4. European Commission. (n.d.-b). CBAM legislation and guidance. https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism/cbam-legislation-and-guidance_en

5. European Union. (2023). Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a carbon border adjustment mechanism. Official Journal of the European Union, L 130, 52–104. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj

6. European Union. (2025). Regulation (EU) 2025/2083 of the European Parliament and of the Council of 8 October 2025 amending Regulation (EU) 2023/956 as regards simplifying and strengthening the carbon border adjustment mechanism. Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2025/2083/oj

7. International Carbon Action Partnership. (2026). Emissions trading worldwide: ICAP status report 2026. https://icapcarbonaction.com/en/publications/emissions-trading-worldwide-icap-status-report-2026

8. International Energy Agency. (n.d.). Emissions trading scheme: Kazakhstan. https://www.iea.org/policies/13429-emissions-trading-scheme

9. Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. (2025a, September). Progress report of China's national carbon market (2025). https://www.mee.gov.cn/ywgz/ydqhbh/wsqtkz/202509/W020250927515319387445.pdf

10. Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. (2025b, March 21). Work plan for including the steel, cement, and aluminum smelting sectors into the national carbon emission trading system [Title translated from Chinese]. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202503/t20250326_1104736.html

11. Republic of Kazakhstan. (2021, January 2). Экологический кодекс Республики Казахстан [Environmental Code of the Republic of Kazakhstan] (No. 400-VI). https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400

12. World Bank. (2025, March 27). New partnership supported by the World Bank to help shape the future of Kazakhstan's carbon market. https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/03/27/new-partnership-supported-by-the-world-bank-to-help-shape-the-future-of-kazakhstan-s-carbon-market

THE ENERGY TRANSITION AND THE AFRICAN MINING INDUSTRY

LA TRANSITION ENERGETIQUE ET LE SECTEUR MINIER AFRICAIN

Marianique FANOMEZANTSOA
École Doctorale Sciences Humaines et Sociales. École doctorale Sciences Économiques, Université d'Antananarivo
Jean RAZAFINDRAVONONA
Faculté d'Économie, de Gestion et de Sociologie, Université d'Antananarivo

Keywords : critical minerals, value-added creation, local processing, energy transition and African mining sector
Mots clés : minerais critiques, création de valeur ajoutée, transformation locale, transition énergétique et secteur minier Africain

ABSTRACT

The African continent has a potential of minerals resources especially the minerals critical such as copper, rare earths, lithium, nickel, graphite, cobalt and manganese. But these minerals play an important role in the energy transition.These strategic mineral resources are widely used in numerous technologies related to the energy transition, such as the digital revolution, renewable energies, wind power, electrical equipment and motors, nuclear energy, and the manufacturing of lithium-ion batteries. As these technologies require substantial critical mineral resources, both in terms of quality and quantity.

The global critical minerals supply is dominated by the great powers particularly China, United States, Canada and Australia.The latter which are looking for a new source of critical mineral supply to sustain worldwide demand for mineral strategic. Therefore, Africa is at the center of geopolitical conflicts regarding the global supply of critical minerals. For this reason, Africa will be able to consolidate its position in the global critical minerals market.

However, the challenges for this continent lie in national economic sovereignty, the stimulation of local processing through industrialization, to create more value added in mining production chains. Furthermore, the reduction of minerals gross export is also essential. In fact, African governments should engage in legal and fiscal adjustments within the extractive sector, invest in infrastructure development to support mining industrialization, strengthen human capital training, and implement robust diplomacy. The objective is increase mining financing and to find more advantageous trade relations for countries dependent on mining resources.

1. INTRODUCTION

Depuis ces derniers temps, l'exploitation des minerais stratégiques est devenue un centre de débat tant sur le plan diplomatique, géostratégique que sur le plan économique. Les terres rares, le lithium, le cobalt, le graphite, le nickel, le manganèse, etc...font parties des minerais critiques les plus utilisés dans la transition énergétique. D'autant plus que la construction des grandes technologies de pointes tels que les projets éoliens, la fabrication des voitures électriques et les armes de pointes reposent sur ces minerais critiques. En d'autres termes, la recherche de nouvelle source de réserve en minerais critique par les grandes puissances pourra devenir l'origine de déclenchement d'une guerre industrielle.

En sus, la production des minerais stratégiques dans le continent Africain est fortement dominée par la Chine, soit près de 70%. Cette dernière détient près de 30% à 50% des investissements miniers en Afrique si les États-Unis et le Royaume-Unis sont également les plus influents. Tandis que l'Australie et le Canada occupent 25% à 35% des financements minières en Afrique. Étant donné que la Chine est le principal producteur de batteries lithium-ion, elle fournit les deux tiers de la production de graphite naturel sur le marché mondial en 2017 (Mines.mg, 2026).

Cependant, la Chine est plus dépendante en matière d'approvisionnement des minerais critiques qu'en matière de technologie. Elle continue d'approvisionner davantage des minerais nécessaires à la transition énergétique dans de nombreux pays Africains et surtout dans la transformation de ces minerais principalement en Zimbabwe à travers le projet Arcadia. La majorité des projets de cobalt implantés en RDC[1] notamment Manono Project sont également détenus par la Chine (Mines.mg, 2026). Elle dispose également divers projets miniers stratégiques en Namibie par l'Entreprise Desert Lions, au Mali par le projet Goulamina. Tandis que dans son approvisionnement en graphite, la Chine investit un peu partout en Afrique à savoir le Mozambique (Balama, Ancuabe, Montepuez, etc…), à Madagascar (Graphmada), en Tanzanie (Namangale, Bunyu, Malenge, etc…). Pour le cuivre et le nickel, la Chine est coproducteur de ces minerais en Zambie et en RDC à travers la Copperbelt. (Philippe Copinschi, Catherine Locatelli, Manfred Hafner, Raphael Danino-Perraud et Samuel Carcanague, 2019). L'Afrique est donc devenu une source d'approvisionnement mondiale en minerais critiques. Quant à Madagascar, la grande île est connue par ses potentiels en ressources minières. Grâce à ses gisements stratégiques de graphite, de cobalt, des terres rares, des sables minéralisés composés de l'ilménite, de lithium et de néodyme; Madagascar est devenue un acteur clé dans l'approvisionnement mondiale en minerais critiques (Auteurs, 2026). Face à cette situation, quelle est la place du secteur minier africain pour soutenir les fortes demandes en minerais stratégiques mondiales?

2. REVUE DE LITTERATURE

Il s'agit d'une étude qui se focalise sur une analyse multidimensionnelle de l'extraction des ressources minières critiques en Afrique. Étant donné que le continent constitue une réserve potentielle mondiale dans la création de la chaîne de valeur des ressources naturelles. Compte tenu de la caractéristique institutionnelle des dynamiques économiques, géopolitiques, sociales, et environnementales de la gouvernance des ressources minières stratégiques; l'étude se focalise sur une approche basée sur la corrélation positive entre l'abondance de ressources naturelles et la croissance économique.

Les études de Van der Ploeg et Poelhekke (2011), Kolstad (2007), Béland et Tiagi (2009), Gulfason, Herbertsson et Zoega (2002) et Matsuyama (1992) ont montrés la relation entre la croissance économique et l'abondance des ressources naturelles. D'autant plus que l'abondance des ressources naturelles (ressources minières critiques) est un vecteur de croissance économique. Leurs hypothèses évoquent que la valorisation des ressources naturelles à travers le secteur extractif permet à certains pays d'amorcer des processus positifs de développement et l'industrialisation si et seulement si le secteur extractif est une source de transfert de technologie et d'apprentissage. De plus, l'existence d'une bonne gouvernance, l'adoption des mesures politiques et économiques adaptées permettent de contribuer l'abondance des ressources naturelles (minières et pétrolières) à une croissance économique positive.

L'objet de cette étude consiste en effet à évoquer le rôle prépondérant des ressources minières stratégiques dans la transition énergétique d'une part. Et d'autre part, la valorisation de ces minerais critiques à travers la transformation locale est une source de création de la valeur ajoutée à la production minière Africaine. La transformation minière locale génère des impacts positifs sur

[1] RDC: République Démocratique de Congo

la croissance économique. Et elle engendre également un développement significatif dans les pays tributaires de la ressource minière.

3. METHODOLOGIE

Notre méthodologie consiste d'un coté à analyser l'importance des minerais stratégiques dans la transition énergétique. Elle vise également à comprendre la dynamique du secteur minier Africain face aux fortes demandes en minerais critiques sur le marché mondiale d'autre coté.

Pour ce faire, une analyse bibliographique des publications listées au chapitre bibliographie sera effectuée. Puis, on analysera la relation entre l'approvisionnement mondiale en ressources minières stratégiques et le développement de la transition énergétique. Ensuite, nous allons faire une étude analytique sur les enjeux de l'extraction des minerais critiques en Afrique pour soutenir le développement de la transition énergétique. Dans laquelle nous tirerons les enseignements scientifiques sur les enjeux économiques, géopolitiques et environnementales du continent Africain dans l'approvisionnement en minerais stratégiques sur le marché .

Ce travail de recherche s'articulera autour de deux (02) parties. Dans un premier temps, nous présenterons les résultats sur les potentiels Africains en minerais stratégiques. En effet, une mise en situation du potentiel minier stratégique de l'Afrique aura lieu tout en évoquant le contexte actuel de l'approvisionnement en minerais critiques. Ensuite la deuxième partie sera consacrée à la discussion sur l'état de la demande mondiale en minerais critiques actuelle face au développement de la transition énergétique afin de donner une simulation pour les défis à venir pour le continent.

4. RESULTATS

Les ressources minières stratégiques occupent un rôle crucial non seulement dans le secteur minier africain, mais surtout dans les industries de fabrication des batteries lithium-ion, dans les énergies éoliennes, les énergies nucléaires, etc. De ce fait, le continent Africain se trouve au cœur des conflits géopolitiques par les grandes puissances comme la Chine, les États-Unis, le Canada et l'Australie qui sont à la recherche des nouvelles sources d'approvisionnement en minerais critiques afin de soutenir la forte demande sur le marché mondial. En effet, l'Afrique devient un acteur incontournable dans l'approvisionnement mondial des minerais critiques à travers les importants potentiels miniers que ce continent possède. Et il occupe une place majeure dans la production minière mondiale.

4.1 LES RESSOURCES MINIERES STRATEGIQUES ET LA TRANSITION ENERGETIQUE

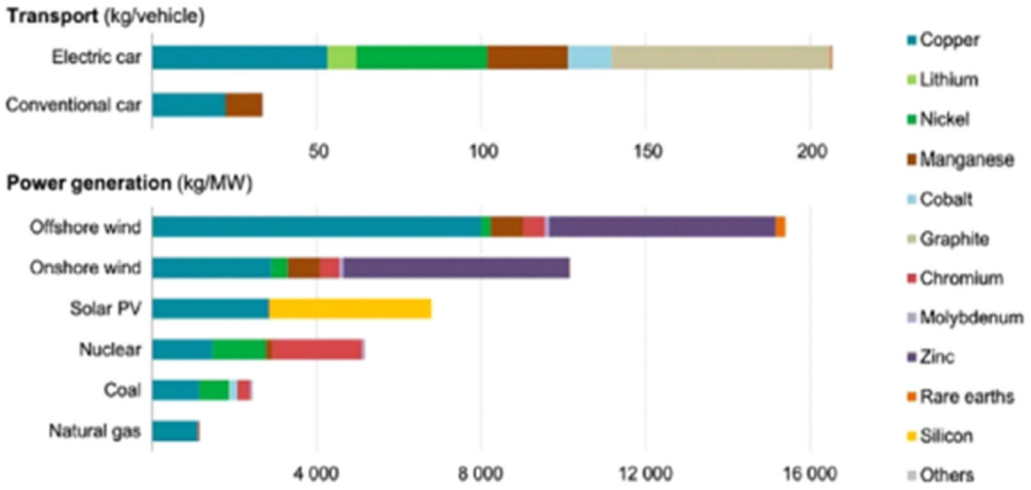
L'utilisation des métaux et des minéraux évoluent suivant le temps étant donné que leurs usages sont très variés. Avant le XXème siècle, les métaux les plus utilisés couramment sont le fer, le cuivre, l'étain, l'argent, l'or, etc. Mais après la révolution industrielle, l'extraction minière et métallurgique s'est développée en raison de la découverte de grande variété des métaux. L'évolution des techniques d'extraction pour la métallurgie s'est également développée. Au cours de XXème siècle, l'utilisation des divers métaux se multiplient dans le secteur de construction, les transports, la production des énergies et les high-tech. Actuellement, l'extraction des métaux et des minerais critiques sont indispensables dans le développement des énergies à bas carbones à savoir les énergies éoliennes et photovoltaïques (CGDD, 2025).

Face à l'accélération de la transition énergétique, les industries de batteries destinées à stocker les énergies afin d'alimenter les réseaux électriques sont devenues de plus en plus en forte expansion. Cette révolution électrique est due par diverses raisons à savoir la montée des centres de données liés à l'intelligence artificielle, la diminution du coût des batteries lithium-ion, la promotion de l'électrification liées aux développement des énergies renouvelables, etc…Par conséquent, la forte demande en minerais critiques indispensables dans la transition énergétique se caractérise par la multiplication des projets miniers et/ou non miniers liées aux centrales solaires ainsi qu'aux systèmes de stockage (Mines.mg, 2026).

Le sous sol Africain dispose environ 90 % des réserves de platine, près de 80 % de phosphate, 55% de manganèse, 44% de cobalt, 43% d'ilménite, 40 % de chrome, 30% de vanadium, près 21% de graphite et environ 20 % de zircon (Mines.mg, 2023). D'autant plus que les projets d'extraction des terres rares se trouvent principalement en Angola, en Afrique du Sud, au Burundi, à Madagascar et en Tanzanie. Tandis que l'extraction de lithium figure au Mali, en RDC et au Zimbabwe (Gourdon J. et Lapeyronie H., 2024).

Dans le cadre du développement durable[2], le secteur extractif notamment l'exploitation minière est un secteur clé le plus touché dans la transition à sobre carbone. Les activités dans les chaînes de valeurs minières sont à forte intensité de gaz à effet de serre. A titre d'illustration, le tableau ci-après représente les minéraux utilisés dans certaines technologies liées aux énergies renouvelables.

Graphique 1 : Les minéraux utilisés dans certaines technologies liées aux énergies renouvelables



Source : AIE (2022, P 26)

D'après cette graphique, plusieurs minerais stratégiques sont indispensables dans la fabrication des voitures électriques à savoir le cuivre, le lithium, le nickel, le manganèse et le graphite. Pour fabriquer un véhicule électrique; il faut en général plus de 50kg[3] de cuivre, environ 70 kg de graphite, près de 40 kg de nickel, puis 25kg de manganèse ainsi qu'une faible quantité de lithium et de cobalt. Cependant, les voitures conventionnelles utilisent une faible quantité de cuivre et de manganèse (inférieur à 50 kg par véhicule). Les transitions énergétiques liées à la production d'énergie nécessitent également une forte quantité de cuivre (soit 100kg par Mw pour les énergies éoliennes en mer (offshore Wind) et moins de 50kg par Mw pour les énergies éoliennes terrestres (Oneshore Wind) et pour les solaires photovoltaïques. Tandis que les énergies nucléaires et le gaz naturel nécessite une faible quantité de cuivre (moins de 25Kg par Mw). Quant au Zinc, les énergies éoliennes en mer et terrestres ont besoins environ 75 kg de Zinc par Mw. Ces énergies utilisent une très faible quantité de manganèse (moins de 15kg par Mw) contrairement aux véhicules électriques. Par ailleurs, l'énergie nucléaire nécessite près de 40kg de chromium par Mw. Quant aux énergies solaires, elles consomment environ 50kg de Silicone par Mw[4]. Il faut également noter que ces énergies renouvelables liées à la transition énergétique n'utilisent qu'une faible quantité de nickel. Sauf pour les énergies nucléaires qui nécessitent environ 15 à 20 kg de nickel par Mw (Auteurs, 2026).

[2] Selon le rapport de Brundtland, il définit la croissance durable comme : *« un développement qui permet aux générations actuelles de satisfaire leurs besoins sans pour autant compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs »* (ONU, 1987).

[3] Kg : Kilogramme

[4] Mw : Mégawatt

4.2 LA PLACE DE L'AFRIQUE DANS LA PRODUCTION DES MINERAIS CRITIQUES

L'Afrique détient plus de 30% des réserves mondiales de minerais, près de 8% des réserves pétrolières et environ 7% des réserves gazières (ITIE, 2018). Ce continent représente 47,5% des réserves mondiales de cobalt; dispose 47,6% des réserves de manganèse qui sont des métaux utilisés dans la fabrication des véhicules électriques. Quant aux phosphates naturels et le platine, près de 80% des réserves mondiales se trouve en Afrique. Par ailleurs, certains métaux et minéraux tels que le lithium, le chrome, le niobium, le cuivre, le graphite naturel, le nickel, le cobalt, les terres rares, le manganèse, l'argent, l'aluminium et le titane sont également produits en Afrique (CNUCED, 2023). En sus, ce continent possède une immense réserve minière avec 95% pour les métaux du groupe platine (MGP), 58% pour celle du cobalt, l'Or représente 22% des réserves mondiales, tandis que 18% pour l'uranium et le cuivre à 7% (Banerjee, Sudeshna, Ghosh, Zayra Romo, Gary McMahon, Perrine Toledano, Peter Robinson and Inés Pérez Arroyo, 2015). Il dispose également une réserve mondiale de 35,7% de chrome et 32,1% de manganèse (Gourdon J. et Lapeyronie H., 2024).

Depuis de nombreuses années, l'Afrique devient un acteur incontournable dans l'approvisionnement mondial des minerais stratégiques à travers les importants potentiels miniers dont ce continent dispose. En matière de production minière mondiale, elle occupe une place majeure. L'Afrique du Sud assure 41% de la production mondiale de chrome et 28,2% de manganèse sur le marché mondial. Tandis que la RDC détient 68,7% de la production mondiale de cobalt grâce à ses importants gisements de cobalt estimés à 49,3%. Par ailleurs, le Mozambique occupe 9,3% de la production mondiale de Titane (Gourdon J. et Lapeyronie H., 2024). Par conséquent, l'économie Africaine pourra profiter de cette opportunité pour renforcer sa position sur le marché mondiale en tant que fournisseur clé en minerais critiques (CNUCED, 2023). Quant à l'extraction, l'Afrique assure environ 13,5% de l'extraction de l'uranium mondiale dont la répartition se présente comme suit : 7, 2% pour la Namibie, 5,9% pour le Niger et 0, 4% pour celle de l'Afrique du Sud. Concernant le charbon, ce continent fourni 5% de l'extraction de charbon sur le marché international dont 4,6% est détenu par l'Afrique du Sud tandis que 0,4% de l'extraction est répartie entre la Zimbabwe, Botswana, Tanzanie, Zambie et Mozambique. Elle extrait également environ 67% de cobalt, 50% pour celle du manganèse, 5% pour le nickel tandis que le graphique occupe 1,4% de l'extraction Africaine. Par ailleurs, près de 1,6% de la production Africaine de lithium est détenu par le Zimbabwe. En outre, environ 59,7% des Métaux de Groupe Platine et 10% de la production de cuivre se trouvent dans ce continent Africain. Il faut rappeler que le cuivre, le MGP, le manganèse, le nickel, le graphite et le lithium sont des métaux nécessaires dans la fabrication de batteries Lithium-ion. (Philippe Copinschi, Catherine Locatelli, Manfred Hafner, Raphael Danino-Perraud et Samuel Carcanague, 2019).

5. DISCUSSIONS

Les discussions portent sur les enjeux économiques, géopolitiques et environnementales de l'extraction des minerais critiques pour soutenir le développement de la transition énergétique et les énergies renouvelables.

5.1 L'AFRIQUE : UNE SOURCE D'APPROVISIONNEMENT MONDIALE EN MINERAIS CRITIQUES

L'approvisionnement mondiale en minerais critiques est dominée par la Chine; les États-Unis de son côté envisagent de renverser la situation sur la compétitivité mondiale des minerais stratégiques afin de renforcer la sécurisation durable des ressources minières africaines. Étant donné que l'Afrique détient environ 30% des réserves mondiales en minéraux critiques; elle dispose également 80% sont des réserves des Métaux de Groupe Platine (MGP) et détient environ 70% la production mondiale de cobalt. D'autant plus que ces ressources minières stratégiques sont indispensables dans la transition énergétique, aux technologies de pointes ainsi que dans l'industrie de défense. Grâce à ses potentiels de gisements minières, le continent Africain est devenu est acteur incontournable dans l'approvisionnement mondiale en minerais

particulièrement les minerais stratégiques. Pourtant, la forte dépendance à la demande asiatique notamment la Chine constitue un enjeu majeur pour de nombreux pays africains. La majorité de la production minière de ces pays africains sont destinées au marché asiatique. Etant donné que la Chine, le Japon, etc… demeurent les principaux investisseurs dans les infrastructures extractives dans plusieurs pays africains. Par exemple, le cuivre et le cobalt congolais; le chrome Sud-Africain; le graphite Malagasy et Mozambicain sont toutes dirigés vers le marché asiatique. Dans le cadre de l'équilibre géopolitique, ces pays (l'Afrique du Sud, RDC, Madagascar et Mozambique) sont positionnés au centre d'une lutte d'influence acharnée entre les blocs occidentaux et la Chine pour sécuriser l'approvisionnement en minerais stratégiques (Mines.mg, 2026). Les raisons sont diverses à savoir le développement de la transition énergétique notamment les énergies renouvelables, les énergies éoliennes, les énergies nucléaires, etc…. Ces derniers exigent une grande quantité des ressources minières stratégiques afin de soutenir la forte demande sur le marché mondial. En sus, la plupart des investissements miniers mondiaux sont destinés vers l'Afrique (Mines.mg, 2026). A titre d'illustration, entre les années 2018 à 2022, la majorité des investissements miniers Africains sont concentrés dans les extractions de minéraux stratégiques à savoir les terres rares (25,3%), l'ilménite (58%), étain (53%), manganèse (38,4%), rutile (49,8%). Par ailleurs, le Chrome et le Bauxite représentent la totalité (100%) des investissements miniers mondiales en Afrique (Gourdon J. et Lapeyronie H., 2024).

5.2 LA FAIBLE TRANSFORMATION LOCALE DES MINERAIS STRATEGIQUES

La réalité locale dans le secteur minier africain représente un défi majeur pour de nombreux pays dans ce continent. Le secteur minier Africain est caractérisé par la faible taux d' industrialisation dans le PIB[5] et par le manque des infrastructures, freinant par la suite le développement de la transformation locale des ressources minières. D'autant plus qu'une grande partie des ressources minières africains sont continuellement exportés sans être transformés ou encore faiblement transformés. Pourtant, la transformation locale des ressources minières permet d'apporter plus de la valeur ajoutée aux ressources minières stratégiques du pays via la mise en place des unités industrielles sur place. La transformation minière locale contribue également à la création des emplois qualifiés (Mines.mg, 2026).

Désormais, l'Afrique devrait accélérer la transformation locale de ses minerais critiques en développant la captation de la valeur mondiale des technologies énergétiques. Il faut souligner que la Chine détient près de 70% du raffinage des minéraux critiques mondiale (62% de la part de raffinerie mondiale pour le lithium 62%; 54% pour le bauxite; le manganèse 60% et le Niobium 88% contre 11% du 2nd raffinerie Canadienne). Cependant, l'Afrique possède seulement 1% de la valeur mondiale des technologies énergétiques. Après la Chine, les États-Unis disposent également 50% des industries de raffineries de Béryllium mondiale si Kazakhstan détient 25% du 2nd raffinerie mondiale (Gourdon J. et Lapeyronie H. (2024, P 431). En général, ce sont les pays développés[6] qui disposent la capacité, les outils nécessaires et suffisants pour extraire les ressources minières sont à la tête de cette exploitation minière. Tandis que le continent Africain reste seulement une réserve mondiale en ressources minières. Par conséquent, l'Afrique devrait extraire et transformer ses minerais localement avec l'existence des financements préalables, pour soutenir les besoins énergétiques. Il est également important de trouver des sources de débouchés à l'avantage du contient. En effet, la valorisation de l'industrie minière à travers la transformation locale des ressources minières stratégiques au détriment de l'économie nationale est primordiale. Par ailleurs, le renforcement de la résilience économique afin de soutenir une croissance plus durable et inclusive est nécessaire. L'objectif est de développer une

[5] PIB: Produit intérieur Brut

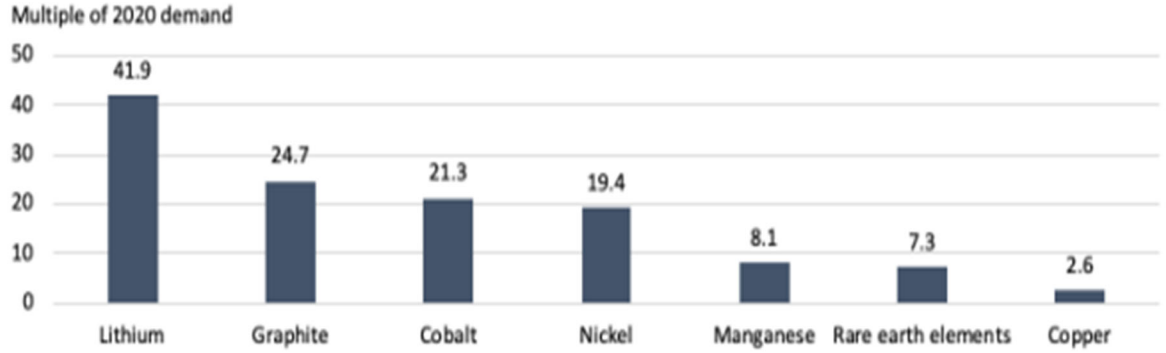
[6]Pays développés : ce sont les entreprises minières Chinois, Canadiennes, Américaines et Européennes

industrialisation durable fondée sur la compétitivité internationale, le transfert des compétences, la création d'emploi, la responsabilité sociétale des acteurs concernés et la diversification économique (Mines.mg, 2026).

5.3 LE MODELE DE CROISSANCE ECONOMIQUE

Le développement de la chaîne d'approvisionnement minière et l' extraction excessive de ces ressources risquent d'épuiser rapidement les stocks de la ressource minière (Bakbasel et Global Footprint Network, 2014). D'autant plus que les tendances sur le modèle économique mondial basées sur la croissance massive et excessive induisent des effets non négligeables sur la disponibilité des ressources (Auteurs, 2026). Désormais, l'accroissement des besoins en technologies de batteries notamment en matière de stockage d'énergie constitue un levier économique majeur pour développer la capacité de production en minerais critiques pour les pays producteurs. Vue la forte exigence sur la capacité mondiale de stockage pour les batteries; les industries de batteries détiennent un rôle majeur tant sur l'équilibre des réseaux électriques que sur le développement de la transition énergétique. La puissance de stockage en énergie sur les technologies de batterie demandés pourra atteindre jusqu'à 1300 Gw d'ici 2030 si en 2025; la puissance les plus demandées étaient de 225 Gw selon le cabinet Global Data (Mines.mg, 2026). Le graphique ci-après illustre l'évolution de cette forte demande en ressources minières particulièrement les ressources stratégiques comme les terres rares, le graphite, le lithium, le cobalt, le cuivre, le nickel et le manganèse d'ici 2040. Étant donné que ces derniers sont des minerais indispensables dans la transition énergétique et les énergies renouvelables. D'après les projections, la demande mondiale en lithium va augmenter jusqu'à 41,9% par rapport à l'année 2020. Si pour le graphite et le cobalt, le besoin va atteindre respectivement de 24,7% et de 21,3% d'ici 2040.Quant aux nickel, manganèse les éléments de terres rares et le cuivre, les demandes vont atteindre de 19,4% ,8 ;1%,7,3% et 2,3% (Auteurs, 2026).

Graphique 2 : La croissance de la demande minérale de 2020 à 2040 selon le scénario de développement



Source : World Bank (2023, P 24)

L'enjeu économique se présente sur la capacité de soutenabilité du rythme de la croissance de l'extraction des ressources naturelles face à l'épuisement de stock de ces ressources non renouvelables. Autrement dit, il s'agit d'analyser si les dynamiques économiques (notamment l'extraction des ressources, la production, la consommation et le commerce international) sont susceptibles de compenser le caractère épuisable des ressources non renouvelables[7]. Par ailleurs,

[7] Les ressources non renouvelables sont indispensables au processus de production des besoins humains (fabrication des high-tech, construction des véhicules électriques et des infrastructures, utilisation des énergies à bas carbone etc.). Et d'autre part sur la capacité d'éliminer ou de réduire les impacts des produits dérivés de l'activité économique (extraction des ressources naturelles) sur la qualité de l'environnement (polluants chimiques ou solides, émissions de GES) (OMC, 2010 A).

les pays africains disposant un potentiel minier stratégique très importants pourront consolider sa position dans les chaînes d'approvisionnement en minerais critiques vue la forte demande en lithium, nickel, cobalt, graphite, cuivre et terres rares en renforçant la compétitivité des filières industrielles. Étant donné que les terres rares sont désormais des minerais stratégiques utilisés dans la fabrication des aimants permanents pour les énergies éoliennes, les moteurs de véhicules électriques ainsi que pour diverses équipements électroniques. Tandis que le graphite est indispensable dans la fabrication des batteries Lithium-ion. En raison de la transition énergétique mondiale et la révolution numérique, ces minerais critiques influent également les relations diplomatiques, les politiques industrielles et les investissements internationaux (Mines.mg, 2026).

6. CONCLUSION

L'extraction et la transformation locale des ressources minières stratégiques représentent des enjeux majeurs dans le secteur minier Africain. En stimulant l'offre de l'énergie, tout en renforçant les investissements dans les infrastructures, les transports, avec des aménagements dans les maintenances et les services industriels; le développement du secteur minier industriel Africain sera envisageable. L'extension de la chaîne de valeur ajoutée minière locale génère non seulement une contribution significative sur la croissance économique. Cette stratégie améliore également les recettes minières et génère une création d'emploi locale. Face à cette situation, les principaux défis du secteur minier Africain portent sur la mise en place de la souveraineté économique nationale, la stimulation de la transformation locale à travers l'industrialisation afin de créer plus de valeur ajoutée tout au long de la chaîne de production minière. Avec une bonne gouvernance dans la gestion des ressources minières et dans la redistribution des rentes minières; ces initiatives réduisent une grande partie de la pauvreté dans les pays détenteurs des ressources minières.

7. BIBLIOGRAPHIE

- Bakbasel et Global Footprint Network. (2014). La disponibilité des ressources mondiales et sa portée pour la compétitivité de la Suisse. Rapport de recherche. 116 P.
- Commissariat Général au Développement Durable (CGDD). (2024). État de l'environnement en France. Environnement, Climat, Biodiversité, Pollution, Ressource. 144 P.
- CNUCED. (2023). Les chaînes d'approvisionnement mondiales à forte intensité technologique : le potentiel de l'Afrique. Rapport sur le développement en Afrique. 268P.
- Gylfason, T. et Zoega G. (2002). Inequality and economic growth: Do natural resources matter? CESifo Working Paper N°712, Avril. 36P.
- Gwenaëlle Otando. (2011/2). Institutions, gouvernance et développement économique : problèmes, reformes et orientation de l'économie gabonaise. Marché et Organisations. N°14. L'Harmattan. 37 P.
- International Energy Agency (IEA). (2022). The role of critical minerals in clean energy transitions. World energy outlook special report. 287 P.
- Julien Gourdon et Hugo Lapeyronie. (2024). Le potentiel minier de l'Afrique : Panorama, enjeux et défis. Agence Française de Développement (AFD) éditions. 524P.
- Kolstad, I. (2007). The Resource Curse: Which Institutions Matter? CMI, Bergen, Norway. 7P.
- L' ITIE en Afrique. (2018).
- Matsuyama Kiminori. (1992). Agricultural productivity, comparative advantage and economic growth. Working paper n° 3606. National bureau of economic research.1050 Massachusetts Avenue, Cambridge MA 02138. 27 P.
- (Mines. mg, 2026) et (Mines.mg, 2023)
- (Auteurs, 2026)

- ONU. (1987). Rapport de Brundtland. 349 P.
- Organisation mondiale de Commerce (OMC). (2010/A). Théorie du commerce international et ressources naturelles. Rapport sur le commerce mondial. 256P
- Philippe Copinschi, Catherine Locatelli, Manfred Hafner, Raphael Danino-Perraud et Samuel Carcanague. (2019). La Belt and Road Initiative et la Stratégie de sécurisation des Approvisionnements énergétiques chinois en Afrique. Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques. 57 P.
- Sudeshna, Ghosh, Zayra Romo, Gary McMahon, Perrine Toledano, Peter Robinson and Inés Pérez Arroyo. (2015). Le potentiel transformateur de l'industrie minière : une opportunité pour l'électrification de l'Afrique Subsaharienne. Washington : Groupe de la Banque mondiale. 191 P.
- Van der Ploeg, Frederick and Steven Poelhekke. (2011). "Volatility and the Natural Resource Curse" Oxford Economic Papers. Vol. 61. N°. 4. P 727-760.
- World Bank. (2023). Cas pratique 1 : Chaînes de valeur de l'industrie minière (Batteries de véhicules électriques). Washington, DC : Banque mondiale. 137 P.

Déterminants de l'autonomie financière des petits pêcheurs et ceux de la pêche artisanale : rôle central de l'épargne et des facteurs institutionnels

Yasser Abdallah
Doctorant à l'École Doctorale en Sciences Humaines et Sociale, Université d'Antananarivo (Madagascar) – EAD2-Sciences Economiques
Jeannot Mickaël Rakotosalama
Doctorant à l'École Doctorale en Sciences Humaines et Sociale, Université d'Antananarivo (Madagascar) – EAD2-Sciences Economiques
Zafiarintsoa Alain de l'Or Randrianandrasana
Doctorant à l'Ecole Doctorale Gestion des Ressources Naturelles et Développement, Université d'Antananarivo (Madagascar)
Marcel Mamonjy
Doctorant à l'École Doctorale en Sciences Humaines et Sociale, Université d'Antananarivo (Madagascar) – EAD2-Sciences Economiques

Résumé
Dans un contexte de forte vulnérabilité économique, d'irrégularité des revenus et de prédominance de l'informalité, cet article analyse les déterminants de l'autonomie financière des petits pêcheurs et des pêcheurs artisanaux à Madagascar. L'étude s'appuie sur un échantillon de 1125 pêcheurs issus de trois régions classées zones ultra prioritaires. La méthodologie combine la construction d'un indice institutionnel par analyse en composantes principales et l'estimation d'un modèle économétrique des moindres carrés ordinaires. Les résultats montrent que l'autonomie financière dépend à la fois de facteurs économiques et institutionnels. Le taux d'épargne apparaît comme le déterminant le plus significatif, tandis que l'indice institutionnel, l'accès au crédit, la participation aux coopératives et les années d'éducation exercent également un effet positif et significatif. Ces résultats confirment que l'autonomie financière des pêcheurs est davantage influencée par leur capacité d'épargne et leur intégration institutionnelle que par leur seul niveau de revenu. L'étude recommande le renforcement de l'inclusion financière, la promotion de mécanismes d'épargne adaptés, le développement des structures institutionnelles locales, l'investissement dans l'éducation et les formations financières, ainsi que la mise en place de dispositifs de protection contre les chocs économiques et climatiques.
Mots clés : autonomie financière, petits pêcheurs et pêche artisanale, épargne, facteurs institutionnels, inclusion financière

Abstract
In a context of high economic vulnerability, irregular incomes, and the predominance of informality, this article analyzes the determinants of financial autonomy among small-scale and artisanal fishers in Madagascar. The study is based on a sample of 1125 fishers from three regions classified as ultra-priority zones. The methodology combines the construction of an institutional index using principal component analysis and the estimation of an econometric model based on ordinary least squares. The results show that financial autonomy depends on both economic and

institutional factors. The savings rate emerges as the most significant determinant; while the institutional index, access to credit, participation in cooperatives, and years of education also exert positive and statistically significant effects. These findings confirm that fishers' financial autonomy is more strongly influenced by their saving capacity and institutional integration than by income levels alone. The study recommends strengthening financial inclusion, promoting savings mechanisms tailored to small-scale fishers, developing local institutional structures, investing in education and financial training, and establishing protection mechanisms against economic and climate shocks.
Keywords: financial autonomy, small-scale fishers and artisanal fishing, savings, institutional factors, financial inclusion

I. Introduction

Le secteur de la pêche constitue un pilier socio-économique stratégique à Madagascar, garantissant la sécurité alimentaire et assurant les moyens de subsistance de millions d'individus au sein des communautés littorales. Selon le Ministère de la Pêche et de l'Économie Bleue (MPEB, 2023), la petite pêche et la pêche artisanale forment l'ossature de la production halieutique nationale, représentant plus de 80 % des captures totales. Cependant, en dépit de leur poids économique déterminant, ces acteurs évoluent dans un environnement marqué par une forte vulnérabilité socio-économique, la précarité des revenus, la saisonnalité des captures et une informalité prédominante.

Dans ce contexte de fragilité structurelle, la compréhension des leviers de l'autonomie financière des petits pêcheurs et artisans malgaches demeure insuffisamment documentée. Si l'accroissement du niveau de revenu est fréquemment appréhendé comme le vecteur principal de l'amélioration du bien-être, il s'avère souvent insuffisant pour garantir une indépendance économique durable. L'autonomie financière repose davantage sur la capacité des ménages à lisser leur consommation face aux chocs, à accumuler des actifs et à s'affranchir des dépendances informelles restrictives (telles que les systèmes d'avances sur captures imposés par les collecteurs). Dès lors, cette étude s'intéresse spécifiquement aux déterminants de cette autonomie, en formulant l'hypothèse centrale selon laquelle l'autonomie financière des petits pêcheurs et des pêcheurs artisanaux est davantage pilotée par leur capacité d'épargne, le renforcement de leur capital humain et leur insertion au sein de structures institutionnelles formelles (microfinance, coopératives, accès au crédit, programmes de formation) que par la seule magnitude de leur revenu actuel.

Cette perspective prolonge les travaux menés dans les économies en développement — notamment ceux soutenus par des organisations comme Blue Ventures —, qui démontrent que l'accès à des services financiers adaptés et à des dispositifs d'épargne communautaires constitue un facteur clé de résilience économique pour les ménages côtiers. De surcroît, cette recherche s'inscrit dans la lignée des travaux de la FAO fondés sur les *Fishery Performance Indicators* (FPI), qui proposent un cadre d'évaluation multidimensionnel de la durabilité et de la performance des pêcheries (Anderson *et al.*, 2015).

S'appuyant sur des données primaires socio-économiques et professionnelles collectées dans trois Zones Ultra-Prioritaires (ZUP) — couvrant les régions de la DIANA, d'Analanjirofo et du Melaky —, cette étude apporte un éclairage empirique original sur la petite pêche malgache, à la croisée de l'économie des ressources naturelles, de l'inclusion financière et du développement local.

La suite de cet article est structurée comme suit : la deuxième section expose la méthodologie adoptée, la spécification du modèle et la présentation des données d'enquête ; la troisième section présente les résultats empiriques issus des estimations ; la quatrième section

discute ces résultats et formule des recommandations de politiques publiques pour un renforcement durable des capacités financières des pêcheurs.

II. Revue de la littérature

L'analyse des déterminants de l'autonomie financière des petits pêcheurs et des pêcheurs artisanaux s'inscrit au croisement de l'économie du développement, de la microéconomie des ménages ruraux et de l'économie institutionnelle. La littérature met en évidence que ces acteurs évoluent dans un environnement marqué par une instabilité structurelle des flux de trésorerie, engendrée par la saisonnalité des captures, les aléas climatiques et les imperfections de marché. Cette volatilité produit une vulnérabilité chronique qui limite la sécurisation des moyens de subsistance et entrave les horizons d'investissement à long terme (Allison et Ellis, 2001 ; Béné, 2003). Dans ce contexte, l'autonomie financière dépasse la seule augmentation du revenu courant pour désigner la capacité des ménages à gérer les risques, lisser leur consommation au cours du temps et accumuler du capital sans subir de déstockage destructeur d'actifs (Deaton, 1997 ; Ellis, 2000).

Face à cette précarité, l'épargne constitue le mécanisme central de sécurisation financière dans les activités informelles à revenus hautement imprévisibles. Contrairement au revenu net courant, souvent concentré sur de courtes périodes de pic de pêche, l'épargne permet de constituer un capital de précaution indispensable pour faire face aux chocs économiques et réguler la trésorerie du ménage (Deaton, 1997 ; Collins *et al.*, 2009). Dans les communautés littorales, la capacité d'épargne, même modeste, renforce la résilience des pêcheurs en réduisant leur dépendance à l'endettement informel et aux contrats d'avance sur capture restrictifs imposés par les intermédiaires commerciaux (FAO, 2015 ; World Bank, 2017).

Parallèlement, l'accès aux structures institutionnelles formelles agit comme un véritable catalyseur de cette émancipation financière. L'intégration au sein de coopératives, l'accès aux services de microfinance et le bénéfice de programmes de formation renforcent l'inclusion financière et la mutualisation des risques (Béné *et al.*, 2009 ; FAO, 2016). En particulier, les organisations communautaires améliorent le pouvoir de négociation des pêcheurs face aux mareyeurs et réduisent les asymétries d'information sur les marchés. Les travaux empiriques confirment d'ailleurs que les pêcheurs encadrés par des dispositifs institutionnels présentent une meilleure performance économique et une plus grande sécurité financière que ceux opérant de manière isolée (Allison *et al.*, 2012).

Ce dispositif est complété par le capital humain, notamment le niveau d'éducation, qui améliore la littératie financière des individus, rationalise la planification budgétaire du ménage et optimise l'usage des services financiers formels (Schultz, 1997 ; World Bank, 2018). Dans la pêche artisanale, un niveau d'instruction plus élevé favorise une meilleure compréhension des opportunités de marché et accroît l'aptitude à interagir avec les acteurs institutionnels (Béné et Friend, 2011). Inversement, bien que la détention d'actifs physiques (embarcations, moteurs, engins performants) favorise la capacité de capture, la littérature souligne que son impact sur l'autonomie financière reste restreint en l'absence de mécanismes d'épargne et d'insertion institutionnelle (Ellis, 2000 ; FAO, 2015), d'autant que des contraintes structurelles comme l'enclavement géographique et les coûts de transaction élevés réduisent fréquemment la rentabilité nette des opérations.

Ainsi, les travaux antérieurs convergent vers l'idée que l'autonomie financière des petits pêcheurs résulte d'une interaction complexe entre facteurs financiers, humains et institutionnels, au sein de laquelle l'épargne et l'ancrage institutionnel jouent un rôle plus structurant que le seul niveau de revenu. Toutefois, la majorité des études aborde ces dimensions de façon cloisonnée. Il subsiste une carence d'analyses quantitatives intégrées permettant de hiérarchiser simultanément ces déterminants dans le contexte des pêcheries artisanales des pays en développement, une lacune que cette étude entend combler à travers l'analyse du cas malgache.

III. Méthodes et matériaux

1. Zone d'étude

Cette étude a été menée dans trois régions littorales de Madagascar, qualifiées Zones Ultra-Prioritaire (ZUP). Ce sont : la région de DIANA, de Melaky et d'Analanjirofo. Ces zones, situées respectivement au Nord, à l'Ouest et au Nord-Est de l'île, présente des contextes géographiques, socio-économiques et halieutiques contrastés. Ce qui permet d'obtenir une vision représentative des dynamiques de la petite pêche et de la pêche artisanale à Madagascar.

Située au Nord de Madagascar, dans la province d'Antsiranana, s'étendant entre 11° et 15° de latitude sud et 47° et 50° de longitude, la région de DIANA couvre 20 942 km^2 de surface, soit 3,6 % de l'ensemble de la Grande île. Cette région est caractérisée par une riche façade maritime et une forte activité halieutique, notamment dans les districts d'Antsiranana, Ambanja et Nosy-Be. Notons par exemple, la baie d'Ambaro, située dans cette région, qui est identifiée comme zone clé pour la petite pêche de la région DIANA (Newsmada). Avec son climat de type tropical, elle comporte des écosystèmes variés incluant mangroves, voiries lacunaires et zones récifales (PNAE).

La région Melaky, située sur la côte Ouest de Madagascar entre 19°32' – 16°18' de latitude Nord-Sud et 43°93' – 45°96' de longitude Est avec une côte qui s'étend sur 350km, comprend un vaste littoral où la pêche artisanale est un des principaux moyens d'existence des communautés côtières, souvent dans des conditions d'infrastructure limitée. La région couvre une superficie totale de 36 269 km^2, abritant cinq districts. Il est rapporté que dans cette région, plus précisément dans l'archipel des Barren Isles, plus de 4 000 pêcheurs traditionnels dépendent de la mer pour leurs moyens de subsistance (Blue Ventures).

Surnommée « capitale malgache du girofle », la région Analanjirofo, sur la façade Nord-Est, est également une zone de pêche côtière et lagunaire importante. Elle s'étend sur une vaste superficie de 22 384 km^2. Elle est par ailleurs délimitée par les coordonnées géographiques suivantes : entre 16°30'27'' et 16°30' de latitude Sud ; 49°31'40'' et 49°31' de longitude Est. Dans cette région, on y trouve la baie d'Antongil, ciblée comme zone ultra-prioritaire dans la gestion durable des pêcheries. Cette région est marquée par une biodiversité marine élevée, mais aussi par la vulnérabilité des systèmes de pêche artisanale dans un contexte de pression sur les ressources.

Le choix de ces trois régions se justifie par leur représentativité des divers modèles organisationnels et de production du segment de la petite pêche et de la pêche artisanale à Madagascar. Ensemble, elles reflètent les différents défis structurels auxquels les pêcheurs artisanaux sont confrontés, tout en offrant un cadre pertinent pour l'analyse des freins à l'autonomie financière et des enjeux de durabilité.

2. Méthodologie

Cette recherche repose sur une approche quantitative basée sur une enquête socio-économique auprès de 1125 ménages de pêcheurs de la petite pêche et de la pêche artisanale, opérant dans les principales ZUP de Madagascar. L'échantillonnage a été réalisé à l'aide d'une méthode aléatoire simple. Les données d'enquête sont combinées à des indicateurs institutionnels issus de sources administratives et d'évaluations de la gouvernance locale. L'autonomie financière constitue la variable dépendante principale de cette étude. Elle est mesurée par un indicateur binaire complété par des mesures de revenu, d'épargne, d'accès au crédit et un indice composite d'autonomie financière. Les variables explicatives portent sur les contraintes institutionnelles ; tandis que des contrôles socio-économiques et productifs, telles que telles que l'âge, le niveau d'instruction, la taille du ménage, les expériences professionnelles, les types d'embarcation, les type d'engins utilisés sont intégrés afin de limiter les biais d'omission.

Tableau 1 : Distribution des variables

Variables	Type de la variable	Mesure et description
Variable expliquée (dépendante)		
INDICE D'AUTONOMIE FINANCIERE		
Variables explicatives (indépendantes)		
Revenu mensuel moyen	Quantitative	Montant en Ariary
Epargner pour investir	Qualitative binaire	1 Oui 0 Non Nécessité financier pour investir dans des matériels et équipements de pêche
Possibilité d'épargne	Qualitative binaire	1 Oui 0 Non Possibilité d'épargner à partir du revenu mensuel
Age du chef de ménage	Quantitative	Nombre d'années
Niveau d'éducation	Qualitative	Aucun/ Primaire/ Secondaire/ Supérieur
Expérience dans la pêche	Quantitative	Nombre d'années
Type d'embarcations et d'équipements	Quantitative	Détermine la capacité de production et le niveau d'investissement

Source : Auteurs (2025)

Pour analyser le rôle central de l'épargne et des facteurs institutionnels sur l'autonomie financière des pêcheurs, la construction de l'indice institutionnel par analyse en composantes principales et le modèle économétrique des moindres carrés ordinaires sont utilisées.

Un indice institutionnel synthétique est construit à partir des variables institutionnelles à l'aide de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) afin de réduire la dimension des données et de limiter la multicolinéarité. Les variables institutionnelles sont préalablement centrées et réduites, et la première composante principale qui maximise la variance expliquée, est retenue comme indicateur de l'environnement institutionnel (inst PC1). Des valeurs plus élevées de l'indice reflètent une meilleure intégration institutionnelle des pêcheurs. Cet indice s'écrit :

$$\text{inst PC1} = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i Z_i .$$

Où:

- inst PC1 désigne l'indice institutionnel synthétique du pêcheur,
- Zi correspond à la i ème variable institutionnelle standardisée,
- m est le nombre total de variables institutionnelles retenues,
- α_i représente le poids associé à la variable Zi, issu du premier vecteur propre de la matrice de corrélation,

L'autonomie financière des pêcheurs est modélisée à l'aide d'une régression linéaire estimée par MCO. La spécification du modèle est donnée par :

$$Autonomie_yi = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i .$$

Avec :

- Autonomie_yi : indicateur d'autonomie financière du pêcheur i,
- β0 : constante du modèle,
- X_{ij} : j ème variable explicative associée a l'individu i,
- β_j : paramètre mesurant l'effet marginal de X_{ij} sur l'autonomie financière,
- k : nombre total de variables explicatives,

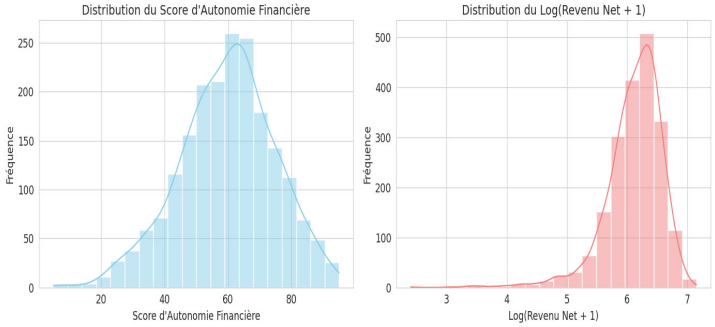
- ε_i : terme d'erreur capturant les facteurs non observés.

Et pour compléter l'approche économétrique, nous utilisons l'algorithme de *Random Forest* (RF)[8], qui permet d'identifier les déterminants clés de l'autonomie financières sans hypothèses fonctionnelles restrictives. Cette méthode permet d'identifier les déterminants les plus influents et de valider les résultats économétriques à l'aide d'une approche non paramétrique robuste.

IV. Résultats et discussion

Le score d'autonomie financière et du revenu net des pêcheurs sont mis en évidence dans les graphiques ci-après.

Figure 1 : Distribution du score d'autonomie financière et du revenu



Source : Auteurs (2025)

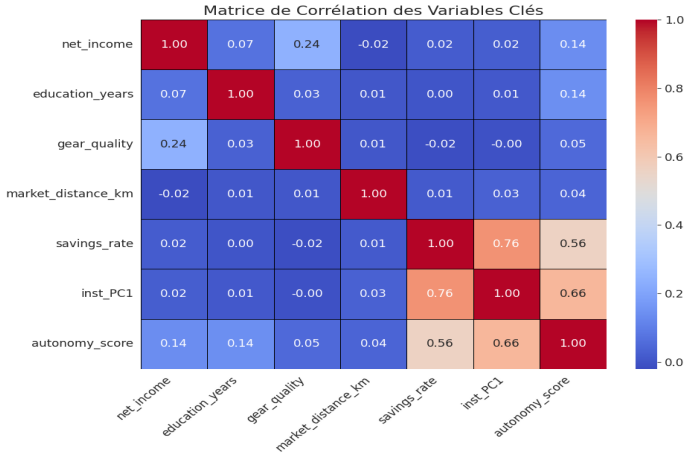
Le Score d'autonomie financière a une moyenne d'environ 60, avec une dispersion modérée. Ce qui suggère un niveau d'autonomie financière intermédiaire au sein de l'échantillon. En revanche, le Revenu Net moyen estimé à environ 494.000 Ariary, mais l'écart-type élevé (≈190) et la grande différence entre le minimum et le maximum indiquent une forte hétérogénéité des revenus parmi les pêcheurs.

L'analyse des distributions met en évidence des propriétés statistiques contrastées entre les deux variables (cf. le graphique Distribution du score d'autonomie financière et Distribution du Log(Revenu Net + 1)), confirmant ainsi l'existence d'une majorité de pêcheurs à faibles revenus coexistant avec un nombre restreint de pêcheurs aux revenus très élevés.

La matrice de corrélation des variables clés permet d'analyser les relations linéaires entre l'autonomie financière des petits pêcheurs et de la pêche artisanale et ses principaux déterminants économiques et institutionnels.

Les résultats de cette étape exploratoire sont donnés dans la figure ci-après :

Figure 2 : Matrice de corrélation des variables clés



Source : Auteurs (2025)

[8] Breiman 2001

D'après ces résultats, le score d'autonomie financière des pêcheurs est très fortement corrélé positivement avec le PC1 Institutionnel (r=0.61). Le PC1 Institutionnel (qui synthétise la participation à la coopérative, l'accès au crédit, etc.) est donc le facteur le plus fortement associé à l'autonomie. Cependant, ce score est modérément corrélé avec le taux d'épargne (r=0.48) et le Revenu Net (r=0.47). L'autonomie dépend donc de facteurs à la fois économiques (revenu, épargne) et institutionnels. Quant au revenu net, il est modérément corrélé avec la qualité des engins (r=0.34) ; ce qui est cohérent dans la mesure où de meilleurs équipements conduisent à de meilleurs rendements. En ce qui concerne le taux d'épargne, il est fortement corrélé avec le PC1 Institutionnel (r=0.76), suggérant que l'engagement institutionnel favorise l'épargne. Par ailleurs, la distance au marché présente une faible corrélation négative avec le revenu net (r=−0.14), indiquant que les pêcheurs plus éloignés ont tendance à avoir des revenus légèrement inférieurs.

Un tableau récapitulant ces résultats statistiques descriptifs est donné par la suite :

Tableau 2 : Récapitulatif des résultats statistiques descriptifs

Variable	Moyenne	Écart-type	Min	Médiane (50 %)	Max
Score d'Autonomie	59,76	15,11	5,00	60,59	95,00
Revenu Net	494,19	190,15	10,08	485,47	1274,97
Années d'Éducation	5,94	2,40	0	6,00	15,00
Qualité des Engins	57,58	17,99	1,00	57,53	100,00
Taux d'Épargne	13,1 %	6,2 %	0 %	13,2 %	33,0 %
Distance Marché (km)	10,02	10,08	0,10	6,90	75,07
PC1 Institutionnel	≈0	1,46	−3,07	≈0	3,52

Source : Auteurs (2025)

Les résultats de la régression MCO mettent en évidence le rôle central de l'épargne et des facteurs institutionnels dans la détermination de l'autonomie financière des petits pêcheurs et de la pêche artisanale. Le taux d'épargne apparaît comme le levier le plus déterminant, avec un effet positif de très grande ampleur (avec un coefficient très élevé de 28.645 (p=0.0000)). Cela confirme que la capacité à accumuler une épargne constitue le principal mécanisme de sécurisation financière et de soutien à l'investissement productif des pêcheurs. Par ailleurs, l'indice institutionnel renforce cette dynamique, avec un effet positif et hautement statistiquement significatif (β=5.86, p=0.0000). Ce qui souligne l'importance de l'accès aux structures formelles telles que les coopératives, les dispositifs de microcrédit et les formations sur l'amélioration de la gestion financière et l'intégration aux marchés ; avec une contribution substantielle à l'autonomie.

En plus de cela, le capital humain, mesuré par les années d'éducation, exerce également une influence positive et significative (β=0.888, p=0.0000). Chaque année d'éducation supplémentaire est associée à une augmentation de 0.888 unités de l'autonomie financière. Ce qui renforce l'idée que le capital humain améliore la prise de décision financière et l'efficacité dans l'utilisation des services institutionnels. Autrement dit, les compétences et la capacité de prise de décision financière jouent un rôle clé dans la consolidation de l'autonomie.

Bien que le revenu net et la propriété d'un bateau contribuent positivement à l'autonomie financière (avec les coefficients respectifs β=0.008, p=0.0000 et β=0.687, p=0.0430), leur impact reste relativement secondaire comparé à celui de l'épargne et des institutions. Ce qui indique que l'augmentation des ressources, seule, n'est pas le facteur dominant d'amélioration de l'autonomie, par rapport à l'épargne.

En revanche, les chocs exogènes, notamment les inondations et les chutes de prix de poisson, ont des effets fortement négatifs (β=−19.113, p=0.0000 et β=−19.851, p=0.0000), révélant la vulnérabilité structurelle des pêcheurs face aux aléas environnementaux et aux fluctuations du marché. Enfin, l'absence d'un effet statistiquement significatif de la distance au

marché suggère que, dans ce modèle, les contraintes spatiales sont partiellement compensées par d'autres facteurs économiques ou institutionnels.

La significativité de la constante (avec un coefficient de β=50.19, p=0.0000) suggère l'existence d'un niveau d'autonomie financière intrinsèque, indépendamment des variables explicatives retenues. Ce qui reflète probablement l'influence des caractéristiques individuelles, sociales ou contextuelles non capturées par le modèle.

En premier lieu, l'effet particulièrement élevé et hautement significatif du taux d'épargne met en évidence le rôle fondamental de l'épargne comme mécanisme central de sécurisation financière et de résilience économique. Ce résultat rejoint les travaux de Collins *et al.* (2009) qui montrent que, dans les contextes de vulnérabilité, la capacité à épargner – même de faibles montants – constitue un levier plus déterminant que le revenu pour lisser la consommation, faire face aux chocs et financer des investissements productifs. De même, Morduch et Rutherford (2003) soulignent que l'épargne joue un rôle clé dans la gestion des risques pour les ménages pauvres opérant dans des secteurs à forte incertitude, tels que la pêche artisanale. Par ailleurs, dans le secteur halieutique malgache, plusieurs études nationales soulignent également le rôle fondamental que joue l'épargne informelle dans la gestion des périodes de soudure et des chocs climatiques (INSTAT, 2018 ; Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, 2020).

En deuxième lieu, l'effet positif et significatif de l'indice institutionnel souligne l'importance de l'inclusion institutionnelle dans le renforcement de l'autonomie financière. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Banerjee et Duflo (2011), qui mettent en évidence le rôle des institutions locales et des services financiers adaptés dans l'amélioration des capacités économiques des populations vulnérables. Platteau et Abraham (1987) ainsi que Béné *et al.* (2009) montrent que les organisations collectives et les cadres institutionnels jouent un rôle déterminant dans la sécurisation des revenus et la réduction de la dépendance aux intermédiaires. Certains travaux menés par Ramboarison *et al.*(2017) montrent également que l'adhésion aux organisations de pêcheurs améliore l'accès à l'information, renforce le pouvoir de négociation sur les marchés locaux et favorise une meilleure gestion des revenus.

En troisième lieu, l'influence positive du capital humain, mesurée par les années d'éducation, confirme également l'importance des compétences et des capacités cognitives dans la consolidation de l'autonomie financière. Razafindrakoto, Rouband et Wachsberger (2012) soulignent dans leur étude menée à Madagascar que l'éducation améliore significativement la capacité des ménages à diversifier leur stratégie économique et à adopter des comportements financiers plus prudents. Une meilleure éducation favorise une prise de décision plus rationnelle, une meilleure compréhension des mécanismes financiers et une utilisation plus efficace des services institutionnels. Ce résultat s'inscrit dans la littérature sur le capital humain et le développement économique de Becker (1964) et Schultz (1961), ainsi que dans des travaux plus récents de Giesbert et Schindler (2012) montrant que l'éducation améliore la capacité des ménages ruraux à adopter des stratégies financières plus résilientes.

En revanche, bien que le revenu net et la possession d'un bateau exercent un effet positif sur l'autonomie financière, leur impact demeure relativement secondaire par rapport à celui de l'épargne et des institutions. Ce résultat est cohérent avec plusieurs études conduites à Madagascar, qui montrent que les hausses de revenus liées à de meilleures captures ou à l'acquisition d'équipements ne se traduisent pas systématiquement par une amélioration durable du bien-être (IHSM, 2019 ; MAEP, 2020). Ce constat suggère que l'augmentation du revenu, en l'absence de mécanismes de gestion financière et de protection contre les risques, ne garantit pas une amélioration durable de l'autonomie. Cette observation corrobore les analyses de Ellis (2000) et de Dercon (2005), qui montrent que les ménages ruraux exposés à de fortes incertitudes peuvent rester financièrement vulnérables malgré des hausses ponctuelles de revenus, faute de dispositifs d'épargne et d'assurance adaptés.

Les effets fortement négatifs des chocs exogènes, notamment les inondations et les chutes de prix du poisson, mettent en lumière la vulnérabilité structurelle des pêcheurs face aux aléas environnementaux et aux fluctuations des marchés. Des études locales, notamment celles de Béné et Friend (2011) menées en partie à Madagascar, montrent que les chocs climatiques récurrents compromettent la capacité d'accumulation et accentuent la dépendance des pêcheurs aux circuits informels de crédit. Ces résultats sont aussi cohérents avec les travaux de Allison et Ellis (2001) et de Béné (2003) qui soulignent que les communautés de pêche artisanale figurent parmi les plus exposées aux chocs climatiques et économiques, en raison de leur dépendance aux ressources naturelles et de la faiblesse des mécanismes formels de protection.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment l'hypothèse centrale de l'étude selon laquelle l'autonomie financière des petits pêcheurs et des pêcheurs artisanaux repose davantage sur leur capacité d'épargne et leur intégration institutionnelle que sur leur seul niveau de revenu. Ils plaident ainsi pour des politiques publiques orientées vers le renforcement de l'épargne, l'inclusion financière et le développement des institutions locales, plutôt que sur des approches exclusivement centrées sur l'augmentation des revenus.

Tableau 3 : Effets des déterminants selon leur nature et leur intensité

Variable	Coefficient (Beta)	Erreur-Type (HC3)	Valeur p
Constante	50,19	0,784	0,0000***
Revenu Net	0,008	0,001	0,0000***
Taux d'Épargne	28,645	3,988	0,0000***
Indice Institutionnel (PC1)	5,86	0,165	0,0000***
Années d'Éducation	0,888	0,067	0,0000***
Propriété de Bateau	0,687	0,340	0,0430*
Distance Marché (km)	0,023	0,015	0,1403
Choc : Inondation	-19,113	0,559	0,0000***
Choc : Chute de Prix	-19,851	0,499	0,0000***

Note : *** : significatif à 1 % ($p < 0,01$) ; ** : significatif à 5 % ($p < 0,05$) ; * : significatif à 10 % ($p < 0,10$).

Source : Auteurs (2025)

V. Conclusion

Ce présent travail a analysé les déterminants de l'autonomie financière des pêcheurs du segment des petites pêches et de la pêche artisanale des trois régions de Madagascar. A partir d'une étude menée au niveau d'un échantillon de 1125 pêcheurs, l'étude a mis en évidence le rôle central de l'épargne et des facteurs institutionnels sur leur autonomie financière.

Les résultats descriptifs montrent un niveau d'autonomie financière globalement intermédiaire, marqué par une forte hétérogénéité des revenus. Il est remarqué que le revenu, à lui seul, demeure insuffisant pour garantir une autonomie durable. Les estimations économétriques confirment l'hypothèse de recherche selon laquelle la capacité d'épargne et l'accès aux structures institutionnelles influencent davantage l'autonomie financière que le seul niveau de revenu. Le taux d'épargne apparait comme le déterminant le plus influent, si l'indice institutionnel et les années d'éducation y exercent également des effets positifs et significatifs. Bien que le revenu net et la propriété d'un bateau contribuent positivement à l'autonomie financière, leur impact reste secondaire comparé à celui de l'épargne et des institutions.

Ces résultats appellent ainsi à des politiques publiques orientées vers le renforcement de l'inclusion financière, la promotion de mécanismes d'épargne adaptés aux pêcheurs artisanaux et le développement des structures institutionnelles locales, notamment les coopératives et les dispositifs de microfinance. Il apparaît également essentiel d'investir dans l'éducation et les formations financières, afin d'améliorer les capacités de gestion et de décision des pêcheurs. Et la mise en place de mécanismes de protection contre les chocs économiques et climatiques, tels que

des fonds de solidarité ou des dispositifs d'assurance adaptés, pourrait contribuer à renforcer durablement l'autonomie financière des communautés des pêcheurs du segment de petite pêche et de la pêche artisanale.

Bibliographie

Allison E. H., Ellis F. (2001), The livelihoods approach and management of small-scale fisheries, Marine Policy, vol. 25, n° 5, pp. 377-388.

Allison E. H. et al. (2012), Rights-based fisheries governance, Marine Policy, vol. 36, n° 2, pp. 403-411.

Anderson J. L., Asche F., Garlock T. M., Chu J. (2015), Fishery Performance Indicators: A Management Tool for Triple Bottom Line Outcomes, PLOS ONE, vol. 10, n° 5.

Banerjee A. V., Duflo E. (2011), Poor economics: A radical rethinking of the way to fight global poverty, New York, PublicAffairs.

Becker G. S. (1964), Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education, Chicago, University of Chicago Press.

Béné C. (2003), When fishery rhymes with poverty: A first step beyond the old paradigm on small-scale fisheries, World Development, vol. 31, n° 6, pp. 949-975.

Béné C. (2020), Small-scale fisheries: Assessing their contribution to poverty alleviation and food security, Fish and Fisheries, vol. 21, n° 1, pp. 1-14.

Béné C. et al. (2009), Livelihoods, vulnerability and fisheries governance, World Development, vol. 37, n° 2, pp. 173-188.

Béné C., Friend R. (2011), Poverty in small-scale fisheries, Progress in Development Studies, vol. 11, n° 2, pp. 119-144.

Béné C., Macfadyen G., Allison E. (2007), Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security, FAO Fisheries Technical Paper n° 481.

Béné C., Steel E., Kambala L., Gordon A. (2007), Fish as the "bank in the water": Evidence from chronic-poor communities in Africa, World Development, vol. 35, n° 1, pp. 1-14.

Blue Ventures (2018), Small-scale fisheries assessments in Madagascar, Blue Ventures Reports.

Chuenpagdee R. (2011), Interactive governance for sustainable small-scale fisheries, Current Opinion in Environmental Sustainability, vol. 3, n° 2, pp. 1-7.

Cinner J. E., Daw T., McClanahan T. (2012), Socioeconomic factors influencing vulnerability to climate change among small-scale fishers, Global Environmental Change, vol. 22, n° 1, pp. 274-283.

Collins D., Morduch J., Rutherford S., Ruthven O. (2009), Portfolios of the Poor, Princeton, Princeton University Press.

Deaton A. (1997), The Analysis of Household Surveys, World Bank.

Dercon S. (2005), Risk, insurance, and poverty: A review, in Dercon S. (dir.), Insurance against poverty, Oxford, Oxford University Press, pp. 9-37.

Diagne A., Zeller M. (2001), Access to Credit and Its Impact on Welfare in Malawi, Research Report, IFPRI.

Ellis F. (2000), Rural livelihoods and diversity in developing countries, Oxford, Oxford University Press.

FAO (2015), Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries, Food and Agriculture Organization.

FAO (2015), Increasing the contribution of small-scale fisheries, FAO.

FAO (2016), The State of World Fisheries and Aquaculture, FAO.

FAO (2020), The State of World Fisheries and Aquaculture, FAO Fisheries Reports.

FAO (2021), Fisheries and Aquaculture Country Profile: Madagascar, FAO.

FAO (2022), The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA), Rome.

Giesbert L., Schindler K. (2012), Assets, shocks, and poverty traps in rural Mozambique, World Development, vol. 40, n° 8, pp. 1594-1609.
Gutiérrez N. L., Hilborn R., Defeo O. (2011), Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries, Nature, vol. 470, n° 7334, pp. 386-389.
Islam M. M., Chuenpagdee R. (2013), Negotiating risk and poverty in small-scale fisheries, Marine Policy, vol. 41, pp. 69-76.
Jentoft S., Chuenpagdee R. (2015), Assessing governability of small-scale fisheries, Fish and Fisheries, vol. 16, n° 4, pp. 1-15.
Jentoft S., van Son T. C., Bjørkan M. (2017), Marine resource governance and poverty, Marine Policy, vol. 77, pp. 1-6.
Ministère de la Pêche et de l'Économie Bleue (2023), Rapport national sur la pêche et l'aquaculture à Madagascar, Antananarivo.
Morduch J., Rutherford S. (2003), Microfinance: Analytical issues for India, Economic and Political Weekly, vol. 38, n° 8, pp. 756-761.
Ostrom E. (1990), Governing the commons: The evolution of institutions for collective action, Cambridge, Cambridge University Press.
Platteau J.-P., Abraham A. (1987), An inquiry into quasi-credit contracts: The role of reciprocal credit and interlinked deals in small-scale fishing communities, Journal of Development Studies, vol. 23, n° 4, pp. 461-490.
Pomeroy R., Andrew N. (2011), Small-scale fisheries management: Frameworks and approaches for the developing world, CABI.
Ramboarison L. et al. (2017), Analyse socio-économique des activités de pêche artisanale et des conditions de vie des pêcheurs à Madagascar, Antananarivo, Université d'Antananarivo.
Razafindrakoto M., Roubaud F. (2010), Impact économique de la crise politique sur les ménages urbains à Madagascar, Antananarivo, INSTAT ; Paris, DIAL/IRD, 16 p.
Razafindrakoto M., Roubaud F., Wachsberger J.-M. (2013), Institutions, gouvernance et croissance de long terme à Madagascar : l'énigme et le paradoxe, Paris, UMR DIAL, Document de travail DT/2013-13, 36 p.
Schultz T. W. (1961), Investment in human capital, The American Economic Review, vol. 51, n° 1, pp. 1-17.
Thorpe A., Bennett E. (2004), Market-driven international fish supply chains: The developing country experience, Development Policy Review, vol. 22, n° 6, pp. 719-747.
Tietze U. (2016), Credit and microfinance for fisheries, FAO Fisheries Technical Paper.
WIOMSA (2019), Status of fisheries in the Western Indian Ocean, WIOMSA Scientific Reports.
World Bank (2017), Financial Inclusion and Resilience, World Bank.
World Bank (2018), World Development Report: Learning to Realize Education's Promise, World Bank.
World Bank (2018), SWIOFish Program: Coastal livelihoods and fisheries management, World Bank Publications.

DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM ENTREPRENEURSHIP IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Zhenis Adelya
student, Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Kazakhstan, Karaganda
Pupysheva Tatyana
PhD, senior lecturer, Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Kazakhstan, Karaganda

Abstract: This article examines the role of small and medium-sized enterprises (SMEs) in the economy of the Republic of Kazakhstan, analyzing official statistical indicators, key constraints on development, and areas of state support. Based on data from the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan for 2024-2025 and as of January 1, 2026, the dynamics are presented reflecting the change in the number of small and medium-sized businesses and their output. Furthermore, the article offers proposals to enhance the resilience and productivity of the entrepreneurial sector in the Republic of Kazakhstan.

Keywords: entrepreneurship, small-sized entrepreneurship, medium-sized entrepreneurship, large-sized entrepreneurship, micro-entrepreneurship, employment, government support, productivity, digitalization, statistics.

Entrepreneurship is a vital element of a market economy, facilitating the development of productive forces, the efficient use of resources, and the satisfaction of societal needs. It serves as a driving force for economic growth, fosters the introduction of innovations, creates new jobs, and shapes a competitive environment. Entrepreneurial activity plays a significant role in the structural transformation of the economy by stimulating the development of new industries, improving the quality of goods and services, and refining production and management processes. Beyond its economic function, entrepreneurship holds great social significance, contributing to the well-being of the population, expanding opportunities for self-actualization, and enhancing the economic independence of citizens. Thus, entrepreneurship is not only a form of economic activity, but also an important institution of social development, determining the dynamics of economic transformations, the adaptability of the national economy and its ability to respond to modern challenges.

The development of small and medium-sized enterprises is a key factor in sustainable economic growth, enhancing the competitiveness of the national economy, and ensuring the social well-being of the population. Small and medium-sized enterprises contribute to the creation of new jobs, the development of a competitive environment, the advancement of innovation, and the diversification of the economy, thereby reducing its reliance on the raw-materials sector. Furthermore, entrepreneurship plays a significant role in boosting the population's business activity, expanding self-employment opportunities, and narrowing socio-economic disparities between the country's regions.

For the Republic of Kazakhstan, the development of small and medium-sized enterprises (SMEs) takes on particular significance in the context of the structural transformation of the economy, the enhancement of labor productivity, and the creation of sustainable sources of economic growth. In this regard, examining the current state, key challenges, and development prospects of the small and medium-sized business sector constitutes an important area for both

scientific analysis and the formulation of effective mechanisms for state support of entrepreneurial activity.

The purpose of this article is to assess the current state and development trends of small and medium-sized enterprises in Kazakhstan, identify key challenges, and propose practical measures for the further development of this sector. To achieve this objective, the study utilizes data from the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan, alongside an analytical comparison of key performance indicators.

According to Article 2 of the Entrepreneurial Code of the Republic of Kazakhstan: "Entrepreneurship is the independent, proactive activity of citizens, kandas (ethnic Kazakhs returning to their historical homeland), and legal entities, aimed at generating net income through the use of property, the production and sale of goods, the performance of work, or the provision of services. It is based either on the right of private ownership (private entrepreneurship) or on the right of economic management or operational administration held by a state-owned enterprise (state entrepreneurship). Entrepreneurial activity is carried out in the name of, at the risk of, and under the property liability of the entrepreneur" [1]. In the Republic of Kazakhstan, small and medium-sized business entities include individual entrepreneurs (IEs) and legal entities (for example, LLPs), as well as peasant and farm enterprises that engage in entrepreneurial activity. The criteria for classifying them into a specific category are established by Article 24 of the Entrepreneurial Code of the Republic of Kazakhstan [1]. The criteria as of 2026 are presented in Table 1. It is important to note that micro-enterprises are a subset of small enterprises; therefore, both categories fall under the classification of SMEs.

Table 1 – Main categories of entrepreneurship and classification criteria in the Republic of Kazakhstan

Category	Average annual number of employees	Average annual income
Micro-entrepreneurship	No more than 15 people, or an income not exceeding 30 000 Monthly Calculation Indices	Up to 30 000 Monthly Calculation Indices
Small-sized entrepreneurship	No more than 100 people	No more than 300 000 Monthly Calculation Indices
Medium-sized entrepreneurship	More than 100 to 250 people	Over 300 000 up to 3 000 000 Monthly Calculation Indices
Large-sized entrepreneurship	More than 250 people or an income exceeding 3 000 000 Monthly Calculation Indices	Over 3 000 000 Monthly Calculation Indices
Compiled by the authors based on the source [1]		

Small businesses are generally quicker to launch new services and business models, while medium-sized enterprises possess greater capacity for investment, the adoption of technology, and expansion into foreign markets. Together, they form an entrepreneurial ecosystem that links manufacturing, trade, agriculture, transport, construction, and the service sector. However, an increase in the number of registered enterprises does not, in itself, guarantee an improvement in the quality of entrepreneurship; what matters is the actual activity of these companies, the sustainability of their revenue, their productivity, and their ability to create jobs.

SMEs perform several interconnected functions. First, they create employment and sources of income for the population. Second, they foster competition: the emergence of new companies compels market participants to improve product quality, enhance service, and pay closer attention to pricing. Third, entrepreneurship contributes to the development of local

markets and small towns, as small companies can operate in niches that are not always attractive to large enterprises.

The significance of this sector is also reflected in its industrial diversity. Entrepreneurs operate across a wide range of fields, including retail, repairs, food service, professional services, construction, manufacturing, agriculture, logistics, and information technology. The more diverse the activities of small and medium-sized enterprises (SMEs), the more resilient the economy is to fluctuations in individual sectors. At the same time, the small business landscape is often dominated by activities with relatively low barriers to entry, such as retail trade and certain consumer services. For long-term growth, it is essential to increase the share of companies that produce high value-added goods and services.

Small enterprises often become suppliers for large companies and government organizations. Such cooperation allows small businesses to secure more stable orders, while enabling large enterprises to expand their supplier networks and reduce costs. For this model to thrive, it is essential to have transparent procurement procedures, timely payment for contracts, and access for entrepreneurs to information regarding the requirements of the purchasing organizations.

For the Republic of Kazakhstan, the development of small and medium-sized enterprises is of particular importance, given the need to diversify the national economy, reduce reliance on the raw-materials sector, and ensure sustainable economic growth. Small and medium-sized businesses contribute to the creation of a competitive environment, the expansion of economic activity in the regions, the generation of new jobs, and an increase in household incomes. Of particular importance is the development of entrepreneurship in non-resource sectors, including manufacturing, agriculture, services, and the digital economy, which helps strengthen the country's production potential and expand opportunities for innovation.

At the same time, the development of SMEs in Kazakhstan is contingent upon overcoming a number of systemic constraints, including limited access to financing, administrative barriers, low labor productivity, and uneven entrepreneurial activity across regions. Given these circumstances, improving the institutional environment, enhancing access to financial and non-financial support instruments, and fostering favorable conditions for starting and scaling businesses are essential prerequisites for increasing the role of small and medium-sized enterprises in the country’s socio-economic development.

According to the publication by the Bureau of National Statistics titled "Monitoring of Small and Medium-Sized Enterprises in the Republic of Kazakhstan", as of January 1, 2026, there were 2 360 325 registered small and medium-sized business entities in the country, of which 2 175 605 were active. As of January 1, 2025, the corresponding figures were 2 262 392 and 2 071 657. Thus, over the course of the year, the number of registered entities increased by approximately 4,3%, while the number of active entities grew by 5,0% [2].

The increase in the number of active entities outpaced the increase in registered ones. This means that the dynamics affected not only formal registration, but also the active part of the business sector. The share of operating entities in the total number registered as of January 1, 2026 reached 92,2%. This indicator indicates a high proportion of active entities, but to fully assess the business climate it must be considered in conjunction with data on revenue, company duration, debt and productivity.

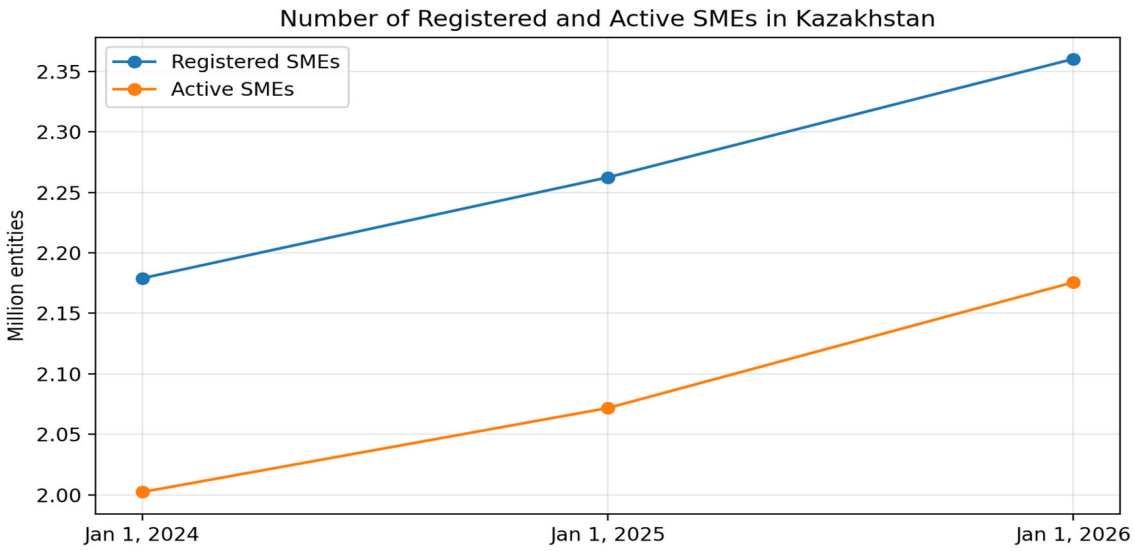
According to the same source, the number of people employed in small and medium-sized enterprises stood at 4 527,4 thousand as of January 1, 2026, compared to 4 422,1 thousand a year earlier. The output generated by SMEs from January to December 2025 reached 104 766,3 billion tenge, whereas in 2024 it had amounted to 81 920,0 billion tenge. The Bureau of National Statistics indicates a 12,3% increase in output for 2025, adjusted for the consumer price index.

These data show that the sector maintains a significant scale and makes a substantial contribution to economic activity [2].

Table 2 – Key indicators of small and medium-sized enterprises in the Republic of Kazakhstan

Indicator	As of 01.01.2025	As of 01.01.2026	Change
Registered entities, units	2 262 392	2 360 325	+4,3%
Active entities, units	2 071 657	2 175 605	+5,0%
People employed in SMEs, thousand persons	4 422,1	4 527,4	+2,4%*
Production output, billion tenge	81 920,0	104 766,3	+12,3%**
Compiled by the authors based on the source [2]			

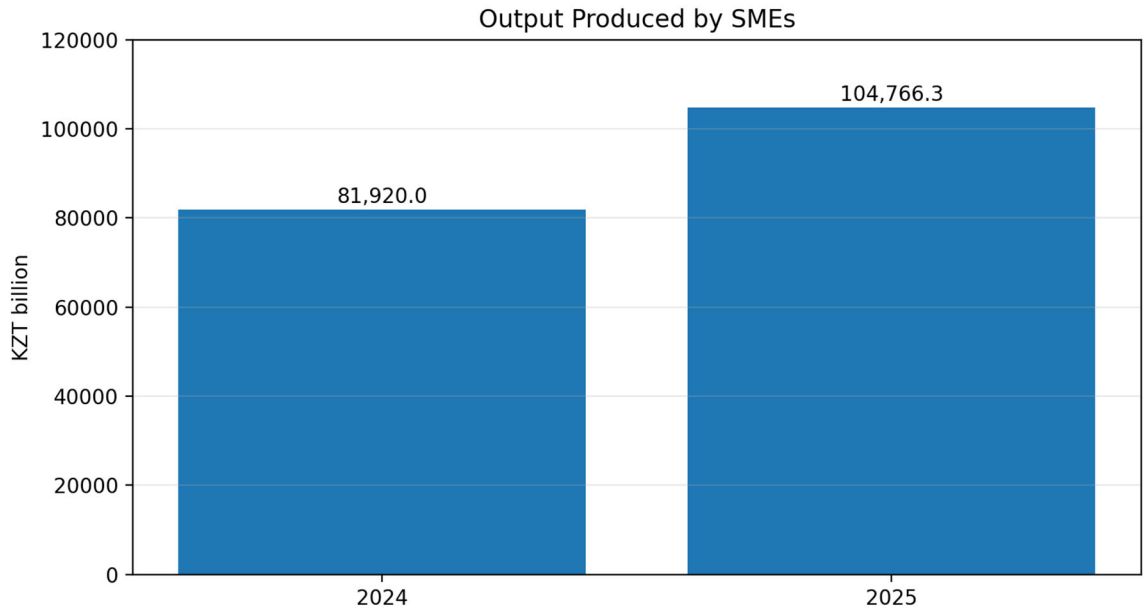
Figure 1 – Number of Registered and Active SMEs in Kazakhstan



Compiled by the authors based on the source [2]

Figure 1 shows steady growth for both groups between January 1, 2024, and January 1, 2026. The number of active entities increased from 2,00 million to 2,18 million, while the number of registered entities rose from 2,18 million to 2,36 million. A gap between the two figures persists, as not every registered entity is actively operating during any given reporting period [2].

Figure 2 – Output Produced by SMEs



Compiled by the authors based on the source [2]

An increase in output indicates an expansion in the economic scale of a sector. When interpreting such data, it is important to consider that monetary indicators can be influenced by inflation, price changes, the structure of the industry, and methodological adjustments. Therefore, a nominal rise in output should not automatically be equated with an equivalent increase in the real volume of production [1].

Despite positive trends, entrepreneurs face a number of persistent constraints. One of these is access to financing. For small companies, credit may be expensive or altogether unavailable due to a lack of collateral, a short credit history, or unstable cash flows. This hinders their ability to purchase equipment, expand production, and hire staff. While subsidized financing can assist certain types of businesses, its effectiveness depends on the transparency of the criteria, the speed at which applications are processed, and the enterprise's capacity to service its obligations.

The second limitation relates to administrative costs. Registration and receipt of services are gradually being transferred to a digital format, but the entrepreneur still needs to understand tax requirements, reporting, labor laws, sanitary and industry regulations. Frequent changes in requirements and varying understanding of procedures can increase the cost of compliance. Therefore, clear instructions, stable regulation and uniform service standards are important.

The third problem is a lack of competencies. Sustainable operations require not only product knowledge but also skills in financial planning, marketing, human resources management, digital sales, and data analysis. Some entrepreneurs maintain accounting records primarily for the purpose of regulatory reporting, failing to leverage them effectively for decision-making. This increases the risk of cash flow gaps and pricing errors.

Additional challenges include uneven regional development, the dependence of some enterprises on domestic demand, insufficient innovation activity, and difficulties in accessing export markets. Large cities typically offer broader markets, as well as greater access to specialists and business services. In smaller localities, entrepreneurs may face limited demand, higher logistics costs, and a lack of infrastructure. Therefore, support for SMEs must take into account the differences between regions and industries.

It is necessary to develop approaches for improving state support:

The first area of development involves increasing the accessibility of financial resources. Support should combine credit instruments, partial guarantees for obligations, microfinancing, and the development of alternative sources of capital. In this context, it is important to evaluate not only the volume of funds provided but also the outcomes: how many enterprises managed to sustain their operations, what jobs were created, whether productivity increased, and whether the businesses were able to enter new markets.

The second area of focus involves simplifying administrative procedures. Digital government services should operate on a "single-window" principle, reuse existing data, and provide entrepreneurs with clear information regarding the status of their applications. Useful measures include unified directories of requirements, preliminary consultations, and the rapid correction of technical errors. The development of electronic services must be accompanied by data protection and the availability of alternative forms of assistance for users with limited digital skills.

The third area of focus is the development of entrepreneurial competencies. Training should be structured around practical tasks, such as cash flow forecasting, cost analysis, tax planning, client relations, digital marketing, and human resources management. For aspiring entrepreneurs, mentorship and consultations with experienced business owners are highly beneficial. For established companies, the focus should be on programs aimed at increasing productivity, automation, and the implementation of quality standards.

The fourth area of focus is strengthening cooperation between small and medium-sized enterprises and large-scale businesses. Programs to develop local suppliers, open procurement catalogs, training on quality requirements, and guarantees of timely payment can help small companies integrate into production supply chains. In the long term, this creates opportunities for technological upgrades and an increased share of domestically produced goods.

The fifth area of focus is expanding export potential. Small businesses require guidance on certification, logistics, customs procedures, e-commerce platforms, and identifying international partners. Support must take into account industry-specific nuances: requirements for food products, for instance, differ from those for IT-services, furniture, or construction materials. While digital sales channels can help lower certain barriers, they are no substitute for quality control and the reliable organization of supply chains.

In the coming years, the sector’s prospects will depend on whether quantitative growth can be accompanied by an increase in productivity. To achieve this, entrepreneurs need to make greater use of cloud-based accounting services, e-commerce, inventory management systems, customer databases, and analytical tools. Digitalization is particularly beneficial where it reduces repetitive tasks, minimizes errors, and helps in gaining a faster understanding of customer needs.

Developing non-resource-based production and high value-added services remains a key priority. Kazakhstani small and medium-sized enterprises have the potential to expand their operations in areas such as food processing, light industry, equipment repair and maintenance, logistics, tourism, the creative industries, and information technology. Success in these sectors requires a skilled workforce, stable "rules of the game", access to infrastructure, and demand from the general public, the business sector, and the state.

When evaluating policy outcomes, a system of measurable indicators should be used: the share of active enterprises, company survival rates at three and five years, labor productivity, the number of jobs, the volume of investment, the share of innovative products, export activity, and the time required to obtain government services. This approach makes it possible to distinguish a purely formal increase in the number of business registrations from a genuine strengthening of the entrepreneurial sector.

Small and medium-sized enterprises represent a significant component of the economy of the Republic of Kazakhstan. As previously noted, official data indicate that as of January 1, 2026,

the number of registered SME entities reached 2,36 million, with 2,18 million currently active. The number of people employed in the sector exceeded 4,5 million, and the total output for 2025 amounted to approximately 104,8 trillion tenge. Compared to previous periods, there has been an increase in key performance indicators, which underscores the scale and economic importance of this sector [2].

At the same time, sustainable development requires addressing challenges related to financing, administrative costs, a lack of managerial expertise, and disparities in regional capabilities. State support must be transparent and results-oriented, rather than focused solely on the number of loans granted or enterprises registered. Digitalization, productivity enhancement, the development of cooperation, and the promotion of exports are of particular importance.

Thus, the further development of small and medium-sized businesses in Kazakhstan is linked to a shift from primarily quantitative expansion toward improving the quality of entrepreneurial activity. A combination of predictable regulation, accessible financing, modern competencies, and a competitive environment will enable entrepreneurs to create sustainable jobs, expand production, and contribute more significantly to the diversification of the national economy.

References:

1. Entrepreneurial Code of the Republic of Kazakhstan dated October 29, 2015, No. 375-V (as amended and supplemented). URL: https://prg.kz/document/?doc_id=38259854.

2. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. Dynamic tables: statistics on small and medium-sized enterprises. URL: https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-org/dynamic-tables/%E2%81%A0%EF%BF%BC.

THE ROLE OF DIGITAL FINANCIAL SERVICES IN WOMEN ENTREPRENEURS' ACCESS TO E-COMMERCE IN EMERGING ECONOMIES

Ulviyya Fazil Nabiyeva
Master's student in Baku State University

Abstract. E-commerce allows women-owned businesses to reach buyers beyond local markets, but reliable internet access, digital payments and suitable finance remain unevenly available across emerging economies. The relationship between payment systems, platform costs, digital skills and operating expenses shapes the financial value of online sales. Evidence from international reports indicates that access to an online marketplace alone does not ensure stable earnings. Sustainable participation depends on secure transactions, control over business funds, affordable fulfilment and support adapted to enterprise needs.
Keywords: women entrepreneurship, e-commerce, digital payments, financial inclusion, online markets, business sustainability

İNKİŞAF ETMƏKDƏ OLAN İQTİSADİYYATLARDA QADIN SAHİBKARLARIN ELEKTRON TİCARƏTƏ ÇIXIŞINDA RƏQƏMSAL MALİYYƏ XİDMƏTLƏRİNİN ROLU

Xülasə. Elektron ticarət qadın sahibkarların yerli bazardan kənarda müştərilərə çıxışını genişləndirir, lakin etibarlı internet, rəqəmsal ödənişlər və uyğun maliyyələşmə imkanları bərabər inkişaf etmir. Ödəniş sistemləri, platforma xərcləri, rəqəmsal bacarıqlar və gündəlik əməliyyat məsrəfləri onlayn satışın iqtisadi nəticəsinə təsir göstərir. Beynəlxalq hesabatlardakı məlumatlar göstərir ki, elektron ticarət platformasında iştirak sabit gəlirə özlüyündə təminat vermir. Davamlı fəaliyyət üçün təhlükəsiz hesablaşma, sahibkarın vəsaitinə nəzarət, münasib çatdırılma xərcləri və müəssisənin real ehtiyaclarına uyğun dəstək vacibdir.
Açar sözlər: qadın sahibkarlığı, elektron ticarət, rəqəmsal ödənişlər, maliyyə inklüzivliyi, onlayn bazarlar, biznes davamlılığı

РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ФИНАНСОВЫХ УСЛУГ В ДОСТУПЕ ЖЕНЩИН-ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ К ЭЛЕКТРОННОЙ ТОРГОВЛЕ В РАЗВИВАЮЩИХСЯ ЭКОНОМИКАХ

Аннотация. Электронная торговля расширяет доступ женщин-предпринимателей к покупателям за пределами местных рынков, однако надежный интернет, цифровые платежи и доступное финансирование развиваются неравномерно. Платежные системы, расходы на платформы, цифровые навыки и текущие издержки влияют на экономические результаты онлайн-продаж. Международные данные показывают, что присутствие на торговой площадке само по себе не гарантирует стабильного дохода. Для устойчивой работы необходимы безопасные расчеты, контроль над средствами предприятия, приемлемые расходы на доставку и поддержка с учетом конкретных потребностей бизнеса.
Ключевые слова: женское предпринимательство, электронная торговля, цифровые платежи, финансовая инклюзия, онлайн-рынки, устойчивость бизнеса

INTRODUCTION

E-commerce is changing the way small firms enter markets, reach customers and organize sales. Entrepreneurs no longer need to maintain a physical shop or an extensive distribution network to display products, receive orders and communicate with buyers outside their immediate area. These opportunities are especially relevant for women who operate micro and small enterprises and face high rental costs, limited mobility or difficulties accessing traditional intermediaries. Nevertheless, an online presence should not be confused with completed sales, profitability or independent control over income. Between a product listing and a successful transaction lie several practical requirements: buyers must trust the seller, payments must be completed securely, goods must be delivered on time and the enterprise must be able to handle returns. These requirements can be particularly demanding in emerging economies, where internet reliability, identification procedures, access to transaction accounts and the affordability of electronic services differ substantially across locations. Owning a smartphone does not necessarily mean being able to trade online every day, just as having a financial account does not necessarily provide access to working capital or reliable payment services.

Digital finance and online commerce influence one another throughout the business cycle. Electronic payments can simplify the recording of sales, help separate business income from household expenditure and reduce the inconvenience of collecting cash. At the same time, transaction fees, unstable connections, settlement delays and fraud can weaken those advantages. Increasing online orders may also raise immediate spending on inventory, packaging, advertising and delivery before the proceeds reach the seller's account. The consequences depend on the structure of the enterprise rather than on digital access alone. One entrepreneur may operate entirely through a marketplace, while another uses it to supplement an established shop; their financing requirements and exposure to platform fees will differ. Product type, enterprise size, previous experience, care responsibilities and control over financial resources further influence these decisions. The economic value of digital participation is therefore better understood through profitability, continuity of sales, access to usable funds and the ability to maintain customer relationships than through the simple count of online accounts.

MAIN BODY

The principal commercial advantage of e-commerce is a reduction in the cost of reaching potential buyers. Social media pages, messaging applications and marketplace listings can introduce a small seller to customers who would otherwise remain beyond the reach of a local shop. Visibility, however, is only the beginning of the transaction. Customers also consider price transparency, delivery time, return conditions and the credibility of the seller. Handmade goods and everyday consumer products may be sold through relatively simple digital channels, whereas more specialized products often require detailed specifications, guarantees and after-sales service. Operating online therefore changes the organization of work, not merely the place where advertising appears. Women's participation in platform commerce is already substantial in some markets: IFC's 2021 figures for the Jumia platform put the share of women-owned businesses at approximately 35% in Côte d'Ivoire and 51% in Kenya and Nigeria. Flexibility and the prospect of reaching new customers were important attractions, yet many sellers remained concentrated in lower-margin product categories. These are platform-specific figures for the countries examined, not estimates of women's share of all enterprises or of all e-commerce across Africa [2, pp. 3–4].

The ability to operate a digital store depends on regular access to suitable devices, internet services and secure account authentication. A seller needs to upload product photographs, confirm orders promptly, answer customer questions and verify payments, often several times a day. Poor connectivity can delay price updates, interrupt payment confirmation and cause missed orders, while the resulting commercial losses may never appear separately in accounting records. A 2024 online survey covering 2,870 women from 96 low- and middle-income countries illustrates

the difference between device ownership and practical connectivity: 92% of respondents reported owning a personal smartphone, whereas 45% lacked regular and reliable internet access. Respondents with reliable access were approximately 1.8 times as likely to use e-commerce platforms for business as those facing severe connectivity limitations. Because participants were recruited online, the sample cannot be treated as representative of women entrepreneurs in every country. Its value lies in showing why a device, an internet connection and regular participation in online trade are distinct conditions [1, pp. 19, 33].

Table 1. Selected survey indicators of women entrepreneurs' digital business conditions

Indicator	Share	Interpretation
Own a personal smartphone	92%	Device ownership
Lack regular, reliable internet access	45%	Connectivity limitation
Cite increased use of digital services as a success	63%	Respondent assessment
Report access to finance as a major difficulty	78%	Respondent assessment
Report an increase in sales and profits	59%	Self-reported experience

Source: Cherie Blair Foundation for Women (2025), pp. 7, 33. Online survey in 2024, 2,870 respondents in 96 countries. These are respondent reports, not nationally representative estimates.

The survey indicators in Table 1 describe several connected but different aspects of digital business activity. High smartphone ownership coexists with unstable connectivity, and a positive assessment of digital tools does not necessarily mean that profits have increased. Likewise, respondents who report growth in sales or earnings are describing their experience rather than providing a controlled estimate of the effect of digitalization. Access to finance remains a major difficulty even when online sales channels become more widely available, since additional orders can require more working capital. Electronic payments can help at this stage by creating a clearer record of financial transactions. Bank cards, mobile-money accounts, electronic wallets and marketplace payment systems make it easier to track the amount and timing of receipts, refunds and service charges. Yet opening or using these services may require identification documents, a registered telephone number, reliable authentication and access to banking infrastructure. An account may also be shared within a household. Money received through a digital channel is not necessarily money over which the woman who runs the enterprise has independent control.

Financial inclusion figures provide useful context, provided that the indicator and reference year are kept clear. In the Global Findex data for 2021, 68% of women and 74% of men in developing economies had a financial account, a difference of six percentage points. These figures concern account ownership among adults; they do not measure the share of women entrepreneurs receiving business loans in 2026 or the profitability of online enterprises. Even an actively used account reveals little about the suitability of borrowing terms or the owner's ability to direct business spending [3, p. 1]. A more useful benefit of digital payments is the transaction history they can produce. When a seller consistently records receipts, returns, platform fees and payout dates, cash-flow planning becomes easier and a financial provider may gain additional information for assessing the enterprise. Such records are not a guarantee of credit approval. Lenders still need to assess costs, existing obligations, seasonal fluctuations, customer payment patterns and the legal status of transactions. Accordingly, an expansion in cashless transactions may improve financial visibility without removing all credit constraints.

The timing of cash receipts is often as important as the availability of a payment channel. A marketplace can collect a customer's payment immediately but transfer the proceeds to the seller only after several days, while expenditure on raw materials, packing, production and delivery must

be met in the meantime. A profitable order can therefore create a short-term liquidity shortage. Payment services should be assessed by settlement time, fees, refund rules and access to suitable short-term financing, rather than simply by whether a seller can accept cards. Some platforms also combine sales histories with financing offers. Verified orders and consistent transaction records can supplement conventional collateral information, but a convenient loan is not automatically an affordable or safe loan. Product category, seasonality, return rates and dependence on a single platform all affect risk, and repayments need to match the time at which sales proceeds actually become available. Financing that ignores these features can increase business vulnerability even while making borrowing easier.

Data governance introduces another concern. Platforms may hold detailed records of sales, customer contacts and transaction patterns; transfer of those records to a lender should be governed by clear terms and the seller's informed consent. Automated lending decisions based mainly on turnover can disadvantage seasonal traders or newer businesses whose sales histories are still limited. Entrepreneurs also need workable ways to correct inaccurate information, challenge decisions and recover secure access to their accounts. Operational constraints are just as relevant as data protection. Evidence from an Indonesian examination of e-commerce merchants describes the burden of coordinating inventory, couriers, customer reviews and settlement schedules when information is dispersed across several services. If a marketplace's financial dashboard does not match the seller's own expense records, more time is spent reconciling transactions. Digital selling may consequently increase administrative work rather than reduce it, especially where bookkeeping experience and uninterrupted working time are scarce [7, p. 17].

Online marketing has become a familiar part of business activity, but promotion should be distinguished from the financial outcome of a sale. In the Indonesian material, 94% of women and 86% of men reported using social media to promote products. The difference describes the traders included in that report, not the national population of business owners. Advertising and product visibility matter, yet profitability still depends on platform commissions, delivery costs, potential returns and the expense of attracting customers. Follower counts and page views are weak substitutes for completed orders, repeat purchases, net earnings and the number of days before the money arrives [7, p. 18]. Working from home can make online sales more accessible to women whose time is divided between business activities and caring for children or relatives. However, home-based work does not eliminate unpaid care responsibilities. Communicating with buyers, packing goods and organizing couriers continue to consume time and may blur the boundary between working hours and rest. The flexibility of digital commerce therefore needs to be assessed together with its workload and economic return.

Safety is closely linked to the commercial viability of an online business. Publicly displaying personal telephone numbers, addresses or profiles may expose traders to harassment, impersonation, fraudulent orders and unauthorized use of financial information. Electronic payments can reduce the need to carry cash while introducing risks such as false payment confirmations, account takeover and payment disputes. Clear refund rules, secure authentication and reliable complaint mechanisms are essential features of the trading environment. Some women responding to the 2024 survey reported concealing personal or business identities because of safety concerns. This can be a reasonable protective response, yet buyers often look for identifiable sellers, customer reviews and credible product information before making a purchase. A platform that demands complete public exposure as a condition of trust may exclude users who have sound reasons to limit personal visibility. An effective balance combines secure identity verification for transactions with reasonable privacy controls and accessible remedies when abuse occurs [1, pp. 54–55].

Social media and dedicated e-commerce platforms serve partly different commercial purposes. A social network is often useful for initial contact, advertising and direct discussion with customers; a marketplace may provide a more standardized system for orders, payments and, in some cases, delivery. Managing sales through messages can seem inexpensive, but manually recording orders and informal payments adds administrative work. A marketplace may attract more buyers while charging commissions and placing the seller among many direct competitors. Using several channels can reduce dependence on one platform, provided that inventory, prices and order status are kept consistent. Customer trust also depends on clear product descriptions, accurate photographs, realistic delivery estimates and transparent return procedures. Missing size information or changing delivery terms can generate costs through refunds and repeat shipping. Genuine reviews are useful, whereas manipulated ratings undermine confidence in both seller and platform. Long-term value comes from dependable product quality, fair complaint handling and the ability to serve customers repeatedly, not merely from gaining attention online.

Business support should focus on decisions that entrepreneurs actually make, rather than limit instruction to general digital literacy. A seller must be able to calculate product costs, verify an electronic payment, assess the return on advertising expenditure and apply a clear refund policy. Opening an application or completing an introductory course does not establish these capabilities. The World Bank's toolkit on digital solutions treats finance, information, market access and technology as connected obstacles and links potential interventions to the particular business problem being addressed [4, p. 42]. Practical training can use a participant's real product to calculate a price that covers inputs, labour time, commissions, delivery and potential returns. Reviewing customer complaints may identify product defects or inaccurate descriptions, while keeping household withdrawals separate from business receipts gives a clearer picture of earnings. Training is most valuable when these routines become part of day-to-day operations. Attendance figures and certificates alone reveal little about whether the participant can price products reliably, maintain records or make better commercial decisions.

How training is delivered also matters. Mobile learning can reduce travel for entrepreneurs with limited time, but successful completion requires reliable connectivity, self-directed study and the ability to apply the content without continuous assistance. In an Ethiopian comparison involving 2,000 women entrepreneurs, 22% completed app-based training compared with 71% who completed face-to-face instruction. Neither delivery method produced a statistically significant improvement in business performance during the six-month follow-up. These results apply to the participants and programme examined; they do not establish that every digital training course is ineffective [5, pp. 2–3]. The right support also varies across product categories. Numerous low-value orders can be viable where fulfilment costs remain low, but margins shrink when packaging and delivery absorb much of the sale price. Higher-value goods often require warranties, detailed specifications and after-sales service. Digital visibility cannot compensate for a weak product offering, poor pricing or costs that rise faster than revenue. Training and finance are most useful when they address these operational conditions together.

Cross-border e-commerce introduces further technical and legal obligations. A seller delivering goods abroad must consider customs documentation, product standards, international shipping, exchange-rate movements, taxes where applicable and procedures for returns or disputes. Receiving an online order is only one step toward completing an export sale. If production or shipment must be financed in advance, the timing and reliability of the eventual payment become crucial. Practical export support therefore needs to connect market information with logistics, contractual requirements and payment management rather than stopping at platform registration or online advertising. The same distinction is important when assessing financial outcomes within a domestic marketplace. The gross value of products ordered can be considerably higher than the amount actually retained by the business once returns, discounts,

platform charges, payment-service fees, advertising and transportation have been deducted. Higher order volumes may also require greater inventory investment, creating temporary cash pressure. Sustainable participation rests on fulfilling orders profitably and on time, not simply increasing the number of transactions displayed on an online dashboard.

Digital support cannot be designed as one uniform model for all emerging economies. An urban entrepreneur with reliable broadband and an established bank account may be ready for advanced marketplace services, whereas a trader in a smaller town may first need dependable mobile coverage, practical delivery options and a basic means of electronic settlement. A review of entrepreneurship policies through a gender lens emphasizes attention to local conditions, enterprise characteristics and the measurement of meaningful business results [6, pp. 18–19]. Coordination is equally important. When separate institutions provide training, loans and technical certification through unrelated procedures, the entrepreneur bears the time cost of navigating the system. Bringing information, advice, financing and market links into a more coherent service pathway can reduce that burden, but a single portal is not proof of effectiveness. Administrative delays, unsuccessful applications, the use of training in business decisions and changes in revenue or financial security still need to be monitored. Services should be judged by the commercial problems they help resolve rather than by the number of programs created.

A credible assessment of e-commerce participation needs several indicators observed in sequence. Basic access includes a usable digital account and regular connectivity; operational activity includes confirmed orders, fulfilment rates and returns; financial performance includes settlement times, operating expenses and net cash flow; and longer-term outcomes include repeat customers, business survival and the suitability of financing obtained. These measures cannot be used interchangeably. If 30 of 100 orders are returned, a count of 100 orders does not accurately describe completed sales. Equally, holding a transaction account does not establish access to affordable credit or independent control over business funds. Consistent reporting across these stages helps distinguish an expansion in digital activity from improvements in income and resilience. It also makes it easier to identify the particular obstacle preventing an entrepreneur from turning online demand into sustainable business operations.

CONCLUSION

E-commerce can broaden the customer base of women-owned enterprises and ease some of the geographical limits associated with traditional retail. Its benefits, however, depend on a complete commercial process that extends from reliable internet access and customer trust to secure payment, fulfilment and control over receipts. Weakness at any stage can undermine the gains available from the others. Digital financial services are particularly useful when they produce reliable records of receipts and expenditure, simplify settlement and offer information that can support appropriate business financing. Yet account ownership, cashless payment use and borrowing opportunities remain distinct outcomes. A woman may sell through an online platform without controlling the proceeds, and a loan may be readily available without matching her cash-flow cycle or investment needs.

More effective support in emerging economies requires a close fit between technology and the operational needs of individual enterprises. Affordable and reliable connections, transparent transaction charges, data protection, practical logistics and applied business training should function as complementary services. Financing arrangements need to account for inventory requirements, platform payout schedules and the possibility of delayed or returned orders. Policy success should therefore be assessed through completed and profitable sales, business continuity, practical use of financial services and the ability to develop stable customer relationships. Counting registrations, digital accounts or training attendance is insufficient. A focus on these business outcomes provides a more useful basis for improving women's access to e-commerce without mistaking digital participation for lasting economic progress.

REFERENCES

1. Cherie Blair Foundation for Women, Intuit, and World Bank Women, Business and the Law. (2025). Empowered or Undermined? Women Entrepreneurs & the Digital Economy: Annual Audit 2024.
2. International Finance Corporation. (2021). Women and E-Commerce in Africa. Washington, DC: IFC.
3. Klapper, L., Singer, D., & Ansar, S. (2022). Women and Financial Inclusion: The Global Findex Database 2021. World Bank Group.
4. Burga, L., Gimelli, N., Muradyan, S., Robakowski, A., Miller, M., Rawlins, M., & Snyder, G. (2021). Using Digital Solutions to Address Barriers to Female Entrepreneurship: A Toolkit. World Bank.
5. Cassidy, R., Ebrahim, M., & Ubfal, D. (2024). Testing the Promise of Digital Scaling: In-Person versus App-Based Training for Women Entrepreneurs. Policy Research Working Paper No. 10992. World Bank.
6. OECD. (2021). Entrepreneurship Policies through a Gender Lens. OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/71c8f9c9-en.
7. Women's World Banking. (2023). Building Digital Finance Solutions for Women E-Commerce Entrepreneurs: A Demand-Side Exploration in Indonesia.

CREDIT MARKET DEVELOPMENT AND SME FINANCING IN AZERBAIJAN: BANKING TRENDS AND ALTERNATIVE FINANCE OPPORTUNITIES

Nicat Nazim Allahverdiyev
Baku Business University, Baku, Azerbaijan

Abstract. Azerbaijan's credit market expanded in 2025, although the composition of lending remained uneven across financial institutions. Bank lending was led by business loans, whereas consumer credit dominated the portfolios of non-bank credit institutions. This article examines the implications of these differences for small and medium-sized enterprises and considers financial leasing and digital underwriting as complementary funding channels. Official statistics are evaluated alongside credit infrastructure indicators, with attention to financial risk and the limits of aggregate data.
Keywords: credit market; Azerbaijan; SME finance; bank lending; non-bank institutions; fintech; financial leasing.

AZƏRBAYCANDA KREDİT BAZARININ İNKİŞAFI VƏ KOB-LARIN MALİYYƏLƏŞDİRİLMƏSİ: BANK SEKTORUNDA MEYİLLƏR VƏ ALTERNATİV MALİYYƏ İMKANLARI

Xülasə. 2025-ci ildə Azərbaycan kredit bazarı genişlənsə də, kreditlərin strukturu maliyyə təşkilatları üzrə fərqli olmuşdur. Bank portfelində biznes kreditləri, bank olmayan kredit təşkilatlarında isə istehlak kreditləri üstünlük təşkil etmişdir. Məqalədə bu fərqlərin kiçik və orta sahibkarlığın maliyyələşdirilməsi üçün əhəmiyyəti təhlil edilir. Maliyyə lizinqi və rəqəmsal kredit qiymətləndirilməsi alternativ imkanlar kimi nəzərdən keçirilir. Rəsmi statistika kredit infrastrukturu göstəriciləri ilə əlaqələndirilir, ümumiləşdirilmiş məlumatların məhdudiyyətləri və maliyyə riskləri ayrıca qiymətləndirilir.
Açar sözlər: kredit bazarı; Azərbaycan; KOB maliyyələşməsi; bank kreditləri; BOKT; fintex; maliyyə lizinqi.

РАЗВИТИЕ КРЕДИТНОГО РЫНКА И ФИНАНСИРОВАНИЕ МСП В АЗЕРБАЙДЖАНЕ: БАНКОВСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

Аннотация. Кредитный рынок Азербайджана в 2025 году расширился, однако структура кредитования заметно различалась между финансовыми организациями. В банковских портфелях преобладали бизнес-кредиты, тогда как у небанковских кредитных организаций основную долю составляли потребительские ссуды. Рассматриваются последствия такого распределения для финансирования малого и среднего бизнеса. Финансовый лизинг и цифровая оценка заемщиков анализируются как дополнительные инструменты. Официальные показатели сопоставляются с характеристиками кредитной инфраструктуры с учетом рисков и ограничений агрегированной статистики.
Ключевые слова: кредитный рынок; Азербайджан; финансирование МСП; банковские кредиты; небанковские организации; финтех; лизинг.

INTRODUCTION

The availability of finance shapes the ability of enterprises to purchase equipment, maintain inventories, develop new products and accept larger orders. In Azerbaijan, the structure of credit provision is particularly important because banks remain the principal source of formal financial intermediation, while the development of non-bank institutions and digital financial services is creating additional channels. An increase in the aggregate stock of loans is not, by itself, evidence that every class of borrower has obtained better access. The type of credit, its maturity, currency, collateral requirements and repayment schedule determine whether lending can support investment or merely finance immediate expenditure. Business lending therefore needs to be evaluated separately from consumer and mortgage credit. The distinction is also essential for interpreting the potential contribution of financial leasing, which finances the use of a particular asset rather than providing unrestricted cash to a borrower.

Azerbaijan's financial sector entered 2026 after another year of balance-sheet expansion. The Central Bank of Azerbaijan reported a bank loan portfolio of approximately AZN 30.1 billion at the end of 2025, representing annual growth of 9.4%. Business loans accounted for 53.6% of this portfolio. The sector remained adequately capitalized, but a strong aggregate position does not reveal the terms offered to a small enterprise with limited accounting records or property suitable for collateral [1, pp. 13–14]. These borrowers are affected both by the willingness of a financial institution to lend and by the practical costs of documenting a transaction. For this reason, access to credit cannot be reduced to a single ratio of loans to gross domestic product or to a simple count of approved applications.

The development of non-bank financing brings a different set of opportunities and risks. Non-bank credit institutions may operate through less extensive branch networks and serve clients who need smaller, more flexible products. Yet the destination of their credit matters. If portfolio growth concentrates in household consumption, the expansion of the sector has a limited direct connection to equipment acquisition by small and medium-sized enterprises (SMEs). Similarly, a digital application is not necessarily a new source of investment credit. Digital technology may reduce the cost of identification, assessment and payment without changing the legal and economic substance of the financing contract. The ability to distinguish the channel of delivery from the purpose of finance is therefore central to assessing fintech-related change.

The discussion examines credit composition, institutional constraints and viable alternative finance mechanisms in Azerbaijan. The quantitative comparisons use published Central Bank data for the banking and non-bank sectors; these are administrative aggregates rather than a newly collected sample of firms. International evidence is used to identify mechanisms of digital underwriting, but its estimates are not transferred mechanically to the Azerbaijani market. The central economic question is whether an additional financing channel can improve a productive enterprise's capacity to acquire and use an asset on sustainable terms, without weakening repayment discipline or transparency.

MAIN PART

Bank lending in Azerbaijan increased across its three broad categories in 2025, but the categories differ substantially in their economic function. The business loan portfolio reached AZN 16,106 million, while consumer loans amounted to AZN 9,354 million and mortgage loans to AZN 4,603 million. Compared with 2024, business lending grew by 8.9%, consumer lending by 10.8% and mortgages by 8.4%. In absolute terms, the increase in business loans was approximately AZN 1,319 million, compared with AZN 909 million for consumer loans and AZN 356 million for mortgages. The portfolio remained predominantly business-oriented, though the consumer component grew more rapidly in percentage terms. These distinctions matter when interpreting whether credit growth is likely to support new productive capacity or household expenditure [1, pp. 13–14].

Table 1. Composition of Azerbaijan's bank loan portfolio, end-2024 and end-2025

Bank loan category	2024, AZN million	2025, AZN million	Annual growth
Business loans	14,787	16,106	8.9%
Consumer loans	8,445	9,354	10.8%
Mortgage loans	4,246	4,603	8.4%
Total (rounded components)	27,478	30,063	9.4%*

Source: Central Bank of Azerbaijan, Financial Stability Report 2025, pp. 13–14. *The official total growth rate uses unrounded source values; category totals use displayed figures.

The year-end composition implies that business credit represented about AZN 16.1 billion of bank lending, rather than the entire AZN 30.1 billion portfolio. The share of business loans is useful as a structural indicator, but it does not show what proportion reached micro, small or medium-sized firms rather than large corporations. It also does not identify how much of the business portfolio financed new capital expenditure as opposed to refinancing or working capital. The differences between these uses are commercially significant. Credit for an imported production machine should generally be serviced from the additional income generated during its useful life; credit for seasonal inventory should be repaid from a much shorter operating cycle. A lender that offers the same maturity and installment pattern to both clients may record similar disbursements while exposing at least one borrower to a financing mismatch.

The distribution of business credit across sectors also matters for the role of leasing. According to the Central Bank, business-loan growth in 2025 was particularly associated with transport, construction and agriculture, with annual increases of 30.5%, 25.4% and 16.8%, respectively, within these sector portfolios [1, p. 14]. These activities employ identifiable productive assets, including vehicles, machinery, specialized equipment and agricultural implements. Such assets can be suitable subjects of financial leasing when legal ownership, maintenance responsibilities, insurance and resale values can be established. The match is not automatic: some assets are customized, deteriorate rapidly or have a limited secondary market. Financing arrangements should therefore reflect not only the borrower's cash flow but also the technical and commercial characteristics of the asset being financed.

Bank balance-sheet resilience forms part of this lending environment. At the end of 2025, the systemwide capital adequacy ratio was 17.6%, while the aggregate liquidity coverage ratio stood at 154.5%. These indicators exceeded regulatory minimums and were accompanied by a banking-sector net profit of approximately AZN 1.2 billion [2, p. 11]. They indicate capacity to absorb certain shocks at the system level, but they do not establish that individual business loans are inexpensive or available without restrictions. Funding structure, risk appetite, provisioning and borrower information continue to influence credit decisions. For smaller firms, predictability of loan costs and the ability to renegotiate a temporary liquidity mismatch may be as important as the headline expansion in lending.

The currency composition of business lending introduces a further distinction. Foreign-currency-denominated business loans declined from 28.4% of the business portfolio in 2024 to 25.0% in 2025. For the aggregate bank loan portfolio, the foreign-currency share fell to 14.2% [1, pp. 29–30]. Greater use of local-currency lending can reduce direct exchange-rate exposure for businesses earning most of their revenue in manat. Nonetheless, a company purchasing imported equipment may still face currency-sensitive acquisition and maintenance costs. Its apparent balance-sheet protection depends on the currency denomination of the full transaction, not solely on the monthly lease or credit payment. A sustainable financing contract therefore needs to connect currency risk with the asset's purchase price, the borrower's revenues and any available hedging arrangements.

Non-bank credit institutions represent a smaller but rapidly growing component of Azerbaijan's financing landscape. The 2025 Financial Stability Report recorded 54 active non-bank credit institutions and 35 credit unions. Excluding Aqrarkredit from its analytical perimeter, the report showed non-bank credit institution assets of AZN 1.244 billion and a gross loan portfolio of around AZN 1.05 billion at year-end. The latter increased by approximately 29.5% during the year. This rate was much higher than bank-portfolio growth, but it began from a substantially smaller base. Treating the two growth rates as directly comparable measures of economy-wide investment financing would neglect both the different sector definitions and the composition of each portfolio [1, p. 47].

Table 2. Non-bank credit institution loan structure at end-2025

Non-bank loan segment	End-2025, AZN million	Approximate share
Consumer loans	729.0	70%
Business loans	265.6	25%
Mortgage loans	50.5	5%

Source: Central Bank of Azerbaijan, Financial Stability Report 2025, pp. 47–48. Reported analytical perimeter excludes Aqrarkredit; shares are rounded.

Consumer loans accounted for approximately 70% of the reported non-bank portfolio in 2025, while business loans accounted for roughly 25% and mortgages for 5%. Consumer credit rose by 42%, compared with business-credit growth of 5% in this segment. Consequently, the rapid expansion of non-bank institutions does not necessarily imply a comparable expansion in their capacity to finance SMEs. The distinction is particularly relevant where the non-bank financing market is described as an alternative to banks. Alternative providers can broaden customer choice, but the economic contribution to enterprise investment depends on the share of funds allocated to production, the length of financing and the effective total cost of the transaction [1, pp. 47–48].

The same report recorded a non-performing-loan ratio of 10.4% for non-bank credit institutions at the end of 2025 and 6.1% for their business-loan segment. These are not bank-system NPL ratios, and they cannot be treated as proof that every non-bank lender or digital model performs poorly. The composition of clients, portfolio vintages and collection methods can differ materially. The figures nevertheless emphasize the relevance of sound underwriting and realistic repayment schedules when seeking to enlarge investment finance outside banks. Fast digital approval is commercially useful only when it is accompanied by reasonable risk evaluation, fair disclosure and continuing monitoring. In the absence of such controls, shorter processing time can simply accelerate the accumulation of weak-quality obligations [1, p. 48].

The wider business environment offers an important contrast to volume-based indicators. The World Bank's B-READY 2025 profile gave Azerbaijan 87 points for Financial Services. The underlying pillars were approximately 94 for regulatory framework, 90 for public services and 78 for operational efficiency. The assessment covers commercial lending, secured transactions, electronic payments and credit information [3, pp. 1, 26–29]. These scores are indicators of business-readiness conditions within a defined methodology; they are not percentages of firms approved for finance. In particular, a well-developed secured-transactions framework can coexist with small enterprises that have insufficient documented cash flow or assets suitable for a conventional bank assessment. Institutional readiness should be assessed alongside borrower-level access and financing outcomes.

Credit-information infrastructure can reduce uncertainty for both lenders and applicants. Borrowers with established repayment histories can be assessed more consistently when data from different providers are available under appropriate safeguards. For newly established firms, however, the absence of a long credit record remains a practical difficulty. A useful response is not to abandon credit discipline but to assess additional evidence of business activity, including

the timing of customer receipts, recurring sales, supplier payments and order fulfillment. Such information needs permission, validation and clear standards for correcting errors. Credit reports and transactional histories answer related but different questions: one records past borrowing behavior, while the other may help estimate the enterprise's current capacity to meet installments.

International evidence indicates the possible value of such assessment. A Bank for International Settlements working paper using pre-pandemic United States small-business loan data from Funding Circle and LendingClub found that fintech lenders extended credit in locations with weaker traditional financing conditions and that internal platform scores predicted future delinquency more effectively than conventional scores for those borrower populations [5, pp. 1–4]. This evidence establishes a mechanism worth examining, not a measured effect for Azerbaijan. Its transfer would require local payment data, independent loan-performance records, and comparisons among firms with similar size, industry and risk. Without those elements, the claim that digital scoring reduces credit rejection or interest rates in Azerbaijan would remain unverified.

Operational evidence is especially relevant where small enterprises conduct frequent transactions through electronic platforms. CGAP's analysis of Indian micro and small enterprise lenders showed that transaction records could provide predictive information comparable to traditional credit history and that combined datasets could improve prediction in the observed samples [6, pp. 1–3]. The study concerns specified Indian providers, not Azerbaijani financial institutions. Its relevance lies in the practical design of underwriting rather than in a transferable success percentage. Payment records can be incomplete, manipulated, or unrepresentative of cash-based trade. Effective use of these records requires validation of the business identity, examination of recurring expenses and a clear method for distinguishing gross sales from funds available for repayment.

Financial leasing addresses a somewhat different problem from unsecured digital credit. A leasing arrangement connects financing to a specified productive asset. The lessor acquires the asset and makes it available to the lessee in return for agreed payments, with ownership and purchase options governed by the contract. For an SME with a viable order but insufficient upfront capital, this can be useful because acquisition costs are distributed over time. However, financial leasing is not automatically cheaper than a bank loan. The total amount paid may include the asset price, financing charge, insurance, service costs and potential purchase payment. Its advantage must be measured by the economic value of the asset and the resulting cash flows, not by the apparent simplicity of the application.

Fintech can make the leasing process more accessible when it addresses specific operational frictions. Digital identification, document submission, electronic signatures, credit-bureau queries, supplier verification and payment tracking can reduce administrative effort. Automated reminders can help prevent unintentional late payment, and data generated by the financed asset may facilitate maintenance or recovery. These improvements require adequate digital literacy, consent and cybersecurity. A platform that processes applications quickly but conceals charges or collects unnecessary personal data would not represent a genuine improvement in financial inclusion. The quality of digital leasing therefore depends on both technical efficiency and enforceable customer protections.

The financial technology environment is developing in Azerbaijan, although the relevant segments are broader than lending. The Centre for Analysis and Communication of Economic Reforms, citing AzFina's 2023 ecosystem information, reported that online payments accounted for 26% of the fintech segment distribution, payment aggregators 22%, electronic wallets 20%, and technology and infrastructure firms 4%. These are percentages of the segment classification presented for 2023, not the share of national credit originated through fintech [4, p. 8]. Payment and e-wallet services may create infrastructure for leasing by recording cash flows and enabling

scheduled collections. Their presence alone, however, does not establish that fintech-based asset finance has achieved a particular market share or a lower default rate.

The institutional treatment of leasing has also changed. Amendments discussed by Azerbaijan's Ministry of Economy in January 2024 sought to reduce differences in value-added-tax treatment between asset purchases financed by bank loans and those made through financial leasing. The reform concerned the ability to offset input VAT under applicable conditions, not an unconditional exemption from every tax [7, official announcement of 10 January 2024]. This distinction matters in investment appraisal because tax recoverability changes the effective acquisition cost for eligible businesses. A financing decision should therefore compare after-tax costs and the contractual allocation of ownership risks rather than selecting an instrument solely by its advertised annual payment.

Financing access initiatives increasingly connect banks with alternative instruments. In July 2025 the Central Bank announced a three-year framework, beginning in August 2025, through which eligible external funding of banks and non-bank credit institutions could be hedged after conversion into manat. The stated purpose included facilitating credit and leasing finance for micro, small and medium-sized enterprises and other target groups [8, official announcement of 22 July 2025]. The announcement describes a policy instrument, not a measured increase in the number of successful leasing contracts. To assess subsequent effectiveness, information would be needed on the number and size of financed transactions, actual reduction in borrowers' funding costs, repayment performance and the productive assets acquired.

A practical evaluation of the Azerbaijani credit market should consequently distinguish several layers of evidence. The first is volume: the stock of bank and non-bank credit, with consistent coverage. The second is allocation: the proportion used by businesses of different size and in different sectors. The third is contractual suitability: maturity, currency, security, effective price and payment frequency. The fourth is performance: survival of financed enterprises, investment usage, arrears and asset recovery. Finally, institutional indicators should show whether application, registration, credit-information access and dispute procedures operate effectively. Improvements at one level may support another, but no single level substitutes for the rest. Without firm-level data, the structural comparisons remain descriptive and should not be presented as causal evidence of fintech performance.

CONCLUSION

The credit market in Azerbaijan expanded during 2025 with a bank portfolio of roughly AZN 30.1 billion and a much smaller non-bank credit institution loan portfolio of about AZN 1.05 billion under the reported perimeter. Business loans represented the majority of bank lending, whereas consumer loans dominated non-bank portfolios. These differences show why the size or growth rate of an institution's portfolio cannot be treated as a direct measure of financing available to productive small enterprises. Lending purpose, asset type and repayment maturity remain central to the economic interpretation of credit growth.

Financial leasing and digital underwriting can complement traditional bank credit when they solve clearly identified financing problems. Asset-based contracts can help enterprises obtain machinery, vehicles and equipment, while digital records may make repayment capacity easier to assess and reduce administrative costs. Neither instrument removes credit risk. The value of financing depends on its full price, the quality of information, fair contractual terms and the ability of the asset to support the promised cash flows. Strong regulatory infrastructure is beneficial, but measurable business outcomes are necessary to establish whether access has improved.

Further assessment should focus on comparable data on SME borrowers, leasing volumes, effective financing charges, defaults and business results. Separate reporting for bank lending, non-bank lending and financial leasing would provide a clearer picture of credit diversification.

Such evidence would allow credit-market policy to move beyond aggregate expansion toward the quality, sustainability and productive use of finance.

REFERENCES

1. Central Bank of Azerbaijan. (2026). Financial Stability Report 2025. Financial Stability Department. Relevant pages: 13–14, 29–30 and 47–48.
2. Central Bank of Azerbaijan. (2026). Report on Accomplishment of Main Goals and Functions in 2025. Relevant page: 11.
3. World Bank. (2025). Business Ready 2025: Azerbaijan. Country profile. Relevant pages: 1 and 26–29 of the PDF.
4. Centre for Analysis and Communication of Economic Reforms. (2024). New Trends in Banking and Financial Ecosystem: Innovative Solutions, Fintech and Security. Relevant page: 8.
5. Cornelli, G., Frost, J., Gambacorta, L., & Jagtiani, J. (2022). The Impact of Fintech Lending on Credit Access for U.S. Small Businesses. BIS Working Papers, No. 1041. Relevant pages: 1–5.
6. CGAP. (2024). Leveraging Transactional Data for Micro and Small Enterprise Lending. Relevant pages: 1–3.
7. Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan. (2024, 10 January). Legislation Provisions on Financial Leasing Improved. Official text (web publication).
8. Central Bank of Azerbaijan. (2025, 22 July). New Financial Instrument to Expand Access to Finance for the Real Sector. Official text (web publication).

ИННОВАЦИИ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РУТИНЫ В ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ: ПРАВОВАЯ КУЛЬТУРА И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Кожахметов Зият Карибаевич
к.э.н., доцент, Университет «Туран-Астана», г.Астана, Республика Казахстан

Аннотация

В статье исследуется взаимосвязь инноваций, предпринимательства и организационных рутин в контексте повышения производительности труда, правовой культуры бизнеса и подготовки кадров нового поколения. Развивается авторская модель «инновация — предпринимательство — организационные рутины — бизнес». Методологическую основу составляют концептуальный синтез ранее опубликованных исследований, анализ научных подходов и правовых документов. Раскрыты механизмы возможного влияния рутин на производительность: координация действий, сокращение ошибок и повторных согласований, сохранение опыта и освоение новых решений. Предложены показатели оценки; условный расчётный пример иллюстрирует их применение. Конституционные положения Казахстана рассматриваются как правовая и ценностная основа организации труда и развития человеческого капитала, а роль Курултая — через законодательные условия деятельности предприятий и образовательных организаций. Определены направления подготовки специалистов и место медиации при организационных изменениях. Научный вклад состоит в дополнении авторской модели анализом правовой приемлемости рабочих практик и компетенций их участников. Обозначены ограничения исследования и направления эмпирической проверки.

Ключевые слова: инновации; предпринимательство; организационные рутины; производительность труда; правовая культура; человеческий капитал; подготовка кадров; Конституция Республики Казахстан; Курултай; медиация.

Введение

Повышение производительности труда представляет собой одну из существенных задач развития современного предприятия. Её решение связано с технологическим обновлением, качеством управления, профессиональными компетенциями работников и организацией их взаимодействия. При этом приобретение оборудования, внедрение цифрового инструмента или разработка нового продукта создают возможности улучшения деятельности, реализация которых требует изменений в повседневной работе предприятия.

Между появлением нового решения и достижением устойчивого производственного результата существует процесс его освоения. Работники должны приобрести необходимые знания и навыки, согласовать последовательность действий, определить ответственность за отдельные операции и научиться взаимодействовать в изменившихся условиях. Успешные

способы работы постепенно закрепляются и воспроизводятся. В этом процессе особое значение приобретают организационные рутины — устойчивые, повторяющиеся образцы взаимосвязанных действий участников организации.

В ранее опубликованных исследованиях автора предложена эволюционно-институциональная модель трансформации экономической деятельности, включающая последовательность «инновация — предпринимательство — организационные рутины — бизнес». В рамках данной модели предпринимательство рассматривается как процесс преобразования новизны в экономически реализуемую возможность в условиях неопределённости, а организационные рутины — как механизм закрепления успешных практик. Бизнес характеризуется воспроизводством освоенных способов деятельности, позволяющим обеспечивать устойчивость операций и расширять их масштабы [4; 5].

Дальнейшее развитие этой модели предполагает исследование качества закрепляемых практик. Повторяемость действий сама по себе не свидетельствует об их эффективности. На предприятии могут воспроизводиться как результативные способы работы, так и процедуры, порождающие избыточные согласования, ошибки, потери времени и конфликты. Поэтому необходимо установить условия, при которых организационные рутины способствуют повышению производительности и сохраняют способность к обновлению.

Самостоятельного внимания заслуживает правовая сторона данного процесса. Рабочие процедуры определяют фактическое распределение обязанностей, способы оценки результатов, порядок взаимодействия руководителей и работников. Следовательно, при формировании рутин имеют значение понятность требований, соблюдение прав участников трудовых отношений и возможность разрешения разногласий. Правовая культура предприятия проявляется не только в знании норм, но и в устойчивых способах их применения в повседневной деятельности.

Такой подход позволяет связать организацию эффективного труда с подготовкой кадров нового поколения. Будущему специалисту необходимы компетенции, позволяющие осваивать установленные способы работы, оценивать их результативность, выявлять недостатки и обоснованно участвовать в совершенствовании процессов. Эти компетенции включают профессиональные знания, навыки сотрудничества и понимание правовых оснований принимаемых решений.

Цель статьи — развить авторскую модель взаимосвязи инноваций, предпринимательства, организационных рутин и бизнеса, раскрывая условия повышения производительности труда и значение правовой культуры в подготовке кадров нового поколения.

Для достижения цели решаются следующие задачи: уточнить содержание организационных рутин и их место в освоении инноваций; раскрыть механизмы их влияния на производительность труда; определить признаки продуктивных и неэффективных рутин; рассмотреть правовые и ценностные условия их формирования; предложить направления подготовки специалистов, способных воспроизводить и совершенствовать результативные рабочие практики.

Исследование носит теоретико-концептуальный характер. Его основу составляют синтез ранее опубликованных работ автора, анализ научных подходов к предпринимательству и организационным рутинам, а также рассмотрение конституционных и институциональных оснований развития предпринимательства и человеческого капитала в Казахстане. Предлагаемое исследовательское предположение заключается в том, что организационные рутины способствуют устойчивому повышению производительности при условии закрепления эффективных способов работы, соблюдения прав работников и сохранения возможностей организационного обучения.

1. Инновации, предпринимательство и организационные рутины: теоретическая взаимосвязь

В исследовании взаимосвязи инноваций и предпринимательства необходимо различать возникновение нового решения, его практическое освоение и устойчивое воспроизводство результатов. Эти процессы могут пересекаться во времени, однако каждый из них предъявляет особые требования к организации деятельности.

Инновация в предлагаемой модели выступает исходным импульсом изменений. Новизна может относиться к продукту, технологии, способу обслуживания, организации труда или взаимодействию с потребителем. Для конкретного предприятия существенным может оказаться решение, уже известное на рынке, но впервые осваиваемое его работниками. При этом новизну для предприятия следует отличать от новизны для отрасли или рынка: такое разграничение позволяет точнее определить содержание изменения и необходимые условия его освоения.

Предпринимательская деятельность обеспечивает преобразование новой идеи в экономически реализуемую возможность. На этом этапе проверяются потребность в предлагаемом решении, доступность ресурсов, приемлемость затрат и возможность получения результата. Значительную роль играют экспериментирование, обучение на основе опыта и корректировка первоначальных действий. Такое понимание опирается на инновационный подход к предпринимательству и его развитие в работах автора [3; 10; 11].

По мере освоения решения возникает необходимость закрепления успешной практики. Отдельный результат должен стать доступным для повторного получения, в том числе другими работниками. Именно здесь организационные рутины выполняют функцию согласования и воспроизводства деятельности.

Организационная рутина представляет собой повторяющийся образец взаимосвязанных действий, в выполнении которых участвуют несколько работников. Например, обработка заказа включает приём обращения, уточнение требований клиента, проверку наличия ресурсов, исполнение, контроль качества и передачу результата. Производительность такого процесса зависит от согласованности всей последовательности, включая передачу информации между участниками [6; 9].

Рутину необходимо отличать от индивидуального навыка и письменной инструкции. Навык характеризует способность отдельного работника выполнять действие. Инструкция закрепляет предусмотренный порядок работы. Рутина проявляется в том, как участники фактически выполняют и согласуют повторяющиеся действия. Поэтому наличие регламента ещё не означает, что соответствующая практика освоена и устойчиво воспроизводится [9].

В авторской модели организационные рутины связывают предпринимательский эксперимент с устойчивой деятельностью бизнеса. Они помогают сохранять накопленный опыт, координировать действия, снижать потребность в повторном согласовании типовых решений и передавать способы работы новым сотрудникам. Эти функции создают предпосылки повышения производительности, однако величина и устойчивость эффекта требуют самостоятельной эмпирической оценки.

Экономические механизмы влияния организационных рутин и показатели их оценки рассматриваются в следующем разделе.

Рутины требуют пересмотра при изменении технологии, спроса или состава персонала. Основаниями для оценки могут служить рост времени выполнения операций, числа ошибок и обращений работников, а также несоответствие фактической работы установленным требованиям.

Для анализа предлагается различать продуктивные, устаревшие и формально соблюдаемые рутины. Продуктивные рутины обеспечивают согласованность действий и получение требуемого результата при обоснованных затратах. Устаревшие сохраняют

прежний порядок после изменения условий. Формально соблюдаемые воспроизводят внешние признаки процедуры, тогда как её содержательная цель достигается лишь частично или не достигается.

Предлагаемая последовательность «инновация — предпринимательство — организационные рутины — бизнес» представляет аналитическую модель, а не обязательный однонаправленный путь развития каждого предприятия. Действующий бизнес может становиться источником новых предпринимательских экспериментов, а освоенные рутины — основой дальнейших улучшений. Поэтому развитие предприятия включает повторяющиеся процессы поиска, освоения, закрепления и пересмотра способов деятельности [4; 5; 7; 8].

2. Организационные рутины как фактор повышения производительности труда

2.1. Механизмы влияния организационных рутин на результаты труда

Экономическое значение организационных рутин определяется их участием в преобразовании ресурсов предприятия в устойчиво воспроизводимый результат. Освоенные способы работы позволяют согласовывать действия сотрудников, сохранять накопленный опыт и уменьшать потери, возникающие при выполнении повторяющихся операций. Влияние рутин на производительность зависит от содержания практики, условий её применения и способности предприятия своевременно её совершенствовать.

Производительность труда характеризует объём результата, получаемого в расчёте на единицу затрат труда. Для анализа внутри предприятия важно определить, какой результат учитывается: произведённая продукция, выполненные заказы, оказанные услуги или добавленная стоимость. При использовании натуральных показателей необходимо обеспечить сопоставимость сложности и качества выполняемой работы.

Первый механизм влияния рутин — **сокращение затрат на координацию**. При отсутствии освоенного порядка сотрудники вынуждены многократно уточнять обязанности, запрашивать недостающую информацию и согласовывать типовые решения. Повторяющиеся задержки увеличивают продолжительность процесса. Согласованная рутина определяет, кто выполняет действие, какие сведения ему необходимы и при каких условиях результат передаётся следующему участнику.

Второй механизм — **снижение частоты ошибок и объёма переделок**. Рутина может закреплять последовательность проверки данных, контроль критических операций и порядок действий при отклонениях. В результате сокращаются затраты труда на повторное выполнение работы. Однако чрезмерное количество проверок способно увеличивать трудоёмкость, поэтому контрольные действия должны соответствовать вероятности и последствиям ошибки.

Третий механизм — **сохранение и передача организационного опыта**. Знание эффективного способа работы нередко первоначально принадлежит отдельному сотруднику. Его включение в совместную практику позволяет другим работникам осваивать этот способ и уменьшает зависимость предприятия от одного исполнителя. Передача опыта включает объяснение, наблюдение, выполнение работы под сопровождением и обратную связь. Письменная инструкция поддерживает данный процесс, но не заменяет практического обучения.

Четвёртый механизм — **сокращение времени освоения новых решений**. Внедрение технологии требует согласования её возможностей с фактической организацией труда. После периода экспериментирования предприятие закрепляет подходящую последовательность действий, обучает работников и определяет способы реагирования на

затруднения. Формирование таких рутин помогает перевести первоначальный эффект инновации в регулярно получаемый результат.

Пятый механизм — **повышение предсказуемости процесса**. Освоенные действия позволяют точнее планировать загрузку сотрудников, сроки исполнения и потребность в ресурсах. Это особенно существенно для предприятий, где результат создаётся несколькими подразделениями. Предсказуемость облегчает выявление узких мест, однако сама по себе ещё не доказывает повышения производительности.

Шестой механизм — **создание основы для последовательных улучшений**. При относительно устойчивом процессе легче установить, где возникают потери и какие изменения дают результат. Работники могут сопоставлять ожидаемый и фактический порядок выполнения операций, предлагать улучшения и участвовать в проверке их последствий.

Результативность описанных механизмов требует измерения затрат труда и качества получаемого результата.

2.2. Показатели оценки результативности организационных рутин

Для оценки влияния рутин необходимо различать итоговые показатели производительности и показатели, объясняющие изменения процесса. Сокращение продолжительности исполнения заказа, например, может быть связано с уменьшением ожидания без изменения трудозатрат работников. Поэтому время прохождения заказа и затраты труда на его выполнение следует измерять отдельно.

Базовый показатель производительности труда рассчитывается следующим образом:

$$\text{ПТ} = \frac{Q}{L}$$

где Q — количество сопоставимой продукции установленного качества;

L — суммарные затраты труда всех участников процесса, выраженные в человеко-часах.

Производительность показывает выпуск на один человеко-час: 400 / 160 = 2,5 комплекта/чел.-ч.

Обратный показатель — трудоёмкость единицы результата: она показывает затраты труда на один комплект: 160 / 400 = 0,4 чел.-ч, или 24 человеко-минуты совокупного труда.

$$\text{ТЕ} = \frac{L}{Q}$$

Если выпуск включает разные виды продукции или существенно различающиеся заказы, простое суммирование единиц может искажать оценку. В таких случаях целесообразно анализировать однородные группы работ либо применять обоснованные коэффициенты приведения. При использовании стоимостных показателей следует учитывать изменения цен.

Для исследования организационных рутин предлагается следующая система показателей.

Таблица 1. Система показателей для иследования организационных рутин

Направление оценки	Показатель	Что позволяет установить
Производительность труда	Количество принятых результатов на человеко-час	Изменение отдачи затрат труда
Трудоёмкость	Человеко-часы на единицу принятого результата	Изменение трудозатрат на сопоставимую работу
Качество	Доля результатов, принятых с первого предъявления	Устойчивость выполнения требований
Переделки	Человеко-часы исправлений на единицу принятого результата	Потери труда вследствие ошибок
Координация	Трудозатраты на повторные уточнения и согласования	Наличие организационных затруднений
Продолжительность процесса	Время от получения заказа до его завершения	Скорость прохождения работы, включая ожидание
Соблюдение сроков	Доля заказов, выполненных в согласованный срок	Надёжность процесса
Освоение работы	Время достижения новым сотрудником заданных критериев качества и самостоятельности	Результативность передачи опыта
Условия труда	Сверхурочные часы и выявленные нарушения требований безопасности	Условия, при которых получен результат
Обновление практики	Результаты внедрённых улучшений по качеству и трудозатратам	Способность предприятия совершенствовать рутины

Эти показатели необходимо рассматривать совместно. Увеличение количества выполненных операций при росте ошибок или скрытых трудозатрат не позволяет уверенно говорить об улучшении процесса. Сокращение срока исполнения за счёт дополнительной нагрузки также требует отдельной оценки.

Измерение должно охватывать труд всех участников анализируемого процесса. Передача части работы другому подразделению способна создать видимость повышения производительности на отдельном участке при неизменных или увеличившихся совокупных трудозатратах.

Для сопоставления результатов до и после изменения рутины следует учитывать состав заказов, квалификацию работников, техническое оснащение, доступность материалов и сезонные колебания. Если одновременно изменяются несколько факторов, наблюдаемый эффект нельзя полностью приписывать организационным рутинам. Более убедительную оценку обеспечивает сравнение сходных участков или периодов с фиксацией сопутствующих изменений.

2.3. Расчётный пример совершенствования работы малого предприятия

Рассмотрим условное малое предприятие, выпускающее типовые упаковочные комплекты для корпоративных заказчиков. Анализируется работа группы из четырёх сотрудников. В каждом из двух сопоставляемых периодов группа отработала 160 человеко-часов.

До изменения процесса сведения о заказе передавались через несколько каналов. Требования клиента уточнялись повторно, а порядок передачи работы между исполнителями зависел от их индивидуальных привычек. Часть несоответствий выявлялась после завершения изготовления, что требовало исправлений.

Предприятие внедрило цифровую карточку заказа и сформировало согласованный порядок её использования. Были определены обязательные сведения, ответственность за их проверку, условия передачи заказа в производство и действия при обнаружении расхождений. Работники прошли обучение, а после пробного периода скорректировали порядок взаимодействия.

В примере предполагается, что оборудование, состав работников и сложность заказов остались сопоставимыми. Разовые затраты на разработку процедуры и обучение учитываются отдельно; сравнение характеризует работу после освоения нового порядка.

Таблица 2. Расчетный пример совершенствования работы малого предприятия

Показатель	До изменения	После освоения нового порядка
Совокупные затраты труда группы	160 чел.-ч	160 чел.-ч
Принятые заказчиком типовые комплекты	400	460
Производительность труда	2,50 комплекта/чел.-ч	2,875 комплекта/чел.-ч
Трудоёмкость принятого комплекта	0,400 чел.-ч	0,348 чел.-ч
Трудозатраты на переделки	24 чел.-ч	12 чел.-ч
Трудозатраты на повторные уточнения	16 чел.-ч	8 чел.-ч

Затраты на переделки и повторные уточнения входят в общие 160 человеко-часов и в данном примере учитываются как отдельные, непересекающиеся категории.

Рост производительности составил:

$$\text{Прирост ПТ} = ((2{,}875 - 2{,}50) / 2{,}50) \times 100\% = 15\%$$

Трудоёмкость единицы результата снизилась приблизительно на 13%. Различие процентных значений обусловлено тем, что производительность и трудоёмкость являются обратными показателями.

Сокращение переделок и повторных уточнений высвободило 20 человеко-часов внутри прежнего фонда рабочего времени. Это время могло быть использовано для выполнения дополнительных заказов. Вместе с тем приведённые данные иллюстрируют возможный механизм изменения результата и не устанавливают точный вклад каждого элемента нового процесса.

Пример показывает совместное действие цифрового инструмента и организационной рутины. Карточка заказа обеспечила единое место хранения информации,

а согласованный порядок работы определил её заполнение, проверку и использование. Поэтому полученный эффект следует рассматривать как результат комплекса изменений.

Для оценки экономической эффективности потребуются дополнительные сведения: стоимость цифрового решения, трудозатраты на обучение, расходы на сопровождение, спрос на дополнительную продукцию и финансовый результат её реализации. Повышение производительности труда и экономическая эффективность связаны между собой, однако не являются тождественными показателями.

2.4. Условия устойчивого повышения производительности

Устойчивость результата зависит от того, насколько новая практика понятна работникам, обеспечена необходимыми ресурсами и соответствует фактическим условиям работы. Формирование рутины предполагает объяснение её назначения, обучение участников и возможность сообщать о затруднениях.

Для закрепления продуктивной практики особенно существенны определённость обязанностей, обоснованность требований к качеству, согласованность способов оценки труда и доступность обратной связи. При изменении распределения работы необходимо рассматривать последствия для нагрузки и взаимодействия сотрудников. Повторяющиеся конфликты могут свидетельствовать о недостатках самого процесса и требуют содержательного анализа.

Следовательно, организационные рутины целесообразно рассматривать как управляемый фактор производительности труда. Их результативность определяется качеством закрепляемых действий, компетенциями работников и возможностью своевременного обновления. Такой подход создаёт основу для дальнейшего рассмотрения конституционных ориентиров, правовой культуры бизнеса и подготовки кадров нового поколения.

3. Конституционные основания развития предпринимательства и правовой культуры организационных рутин

3.1. Конституционные ориентиры и авторская модель

Связь инноваций, предпринимательства и организационных рутин с конституционными положениями требует разграничения уровней анализа. Конституция устанавливает основы правового порядка, права и гарантии, стратегические ориентиры государства. Авторская модель объясняет процесс освоения и закрепления новых способов экономической деятельности. Их сопоставление позволяет определить правовые и ценностные условия, в которых предприятие организует продуктивный труд.

Для рассматриваемой проблемы существенны следующие положения Конституции Республики Казахстан.

Таблица 3.Конституционные ориентиры и авторская модель

Конституционная норма	Содержание, значимое для исследования
Статья 1	Высшими ценностями государства признаются человек, его жизнь, права и свободы
Статья 3, пункты 1–2	Закреплены общественный диалог, ценности трудолюбия, прогресса и знаний; развитие человеческого капитала, образования, науки и инноваций признано стратегическим направлением
Статья 27, пункты 1–4	Установлены право на труд, гарантии безопасности, недискриминационного вознаграждения, разрешения трудовых споров и отдыха
Статья 29, пункт 4	Гарантирована свобода законной предпринимательской деятельности; запрещена недобросовестная конкуренция
Статья 36, пункт 1	Установлена обязанность соблюдать Конституцию и законодательство, уважать права, свободы, честь и достоинство других лиц

Эти нормы образуют правовую основу рассмотрения предпринимательской инициативы вместе с ответственностью за организацию труда [1].

В предлагаемой интерпретации свобода предпринимательства создаёт пространство поиска и реализации новых экономических возможностей. Развитие человеческого капитала связано со способностью работников осваивать эти возможности. Правовые гарантии задают требования к способам организации деятельности. Организационные рутины выступают механизмом закрепления конкретных практик внутри предприятия.

Следовательно, конституционные положения не предписывают отдельную модель управления процессами, но позволяют оценивать её правовую приемлемость. Ускорение работы, например, следует рассматривать вместе с фактическими трудозатратами, безопасностью и условиями вознаграждения. При формировании новых процедур важен не только предполагаемый экономический эффект, но и способ его достижения.

3.2. Правовая культура в повседневной деятельности предприятия

Для целей исследования правовая культура предприятия понимается как совокупность знаний, установок и практик, обеспечивающих правомерное и ответственное взаимодействие участников его деятельности. Её организационное проявление можно исследовать через повторяющиеся способы принятия решений, распределения обязанностей и разрешения разногласий.

На предприятии правовая культура приобретает практическое содержание, когда требования последовательно применяются в работе. Например, процедура обучения должна обеспечивать фактическое освоение необходимых действий; порядок оценки труда — опираться на понятные критерии; рассмотрение обращений — позволять выявлять и устранять причины затруднений.

Для анализа предлагается понятие **правомерной организационной рутины** — устойчивого образца совместных действий, соответствующего применимым правовым требованиям и обеспечивающего выполнение обязательств участников. Это исследовательское понятие, а не установленный законодательством термин.

Правомерность и производительность характеризуют разные стороны практики. Законная процедура может быть избыточно трудоёмкой, а быстро выполняемая операция — сопровождаться нарушениями. Поэтому оценка рутины должна включать как экономические показатели, так и анализ её соответствия правовым требованиям.

Продуктивная практика предполагает поиск улучшений в пределах этих требований. Так, сокращение повторных согласований может достигаться посредством более ясного распределения полномочий, а снижение ошибок — через обучение и проверку критических операций. Такие изменения позволяют совершенствовать процесс без переноса его недостатков на работников.

Особое значение имеет участие сотрудников в выявлении проблем. Работник, непосредственно выполняющий операцию, располагает сведениями о задержках, расхождениях между инструкцией и фактической работой, недостатке ресурсов. Предлагается рассматривать доступную обратную связь как элемент обновления рутин и проявление культуры ответственного взаимодействия.

3.3. Роль Курултая в институциональных условиях развития

Конституционная роль Курултая связана с формированием законодательных условий деятельности предприятий и образовательных организаций. Согласно пункту 3 статьи 60, Курултай вправе принимать законы по важнейшим общественным отношениям, включая права, обязательства и ответственность физических и юридических лиц, режим собственности, налогообложение, образование и науку [1, ст. 60].

В рамках настоящего исследования предлагается рассматривать значение законодательной деятельности для согласованного развития предпринимательства, инноваций и человеческого капитала. Конкретные направления совершенствования законодательства требуют самостоятельного анализа действующих норм и практики их применения. В опубликованных совместных исследованиях автора подчёркивается значение координации государственной политики, науки и бизнеса, а также развития возможностей предприятий осваивать знания [12–14]. В настоящей статье этот результат используется для обсуждения институциональных условий формирования продуктивных рабочих практик.

Из авторской модели вытекает исследовательский вопрос: насколько институциональная среда учитывает различия между поиском нового решения, его освоением и устойчивым воспроизводством? На стадии эксперимента предприятию необходимы возможности проверки идеи и приобретения знаний. При закреплении практики возрастают задачи обучения персонала, организации взаимодействия и обеспечения качества. Такое разграничение может использоваться при оценке инструментов поддержки предпринимательства.

В качестве направлений научно-практического обсуждения предлагаются развитие взаимодействия вузов и предприятий, доступность профессионального обучения для малого бизнеса, понятность требований к внедрению технологий и результативность механизмов разрешения споров. Эти предложения не характеризуют уже принятую программу Курултая; они обозначают вопросы, возникающие из рассматриваемой модели.

В настоящем исследовании разграничиваются Курултай как законодательный орган и Национальный курултай как источник ранее выдвинутых общественных и ценностных инициатив. Такое разграничение позволяет соединить институциональный анализ с рассмотрением профессиональной ответственности, трудолюбия и новаторства.

4. Подготовка кадров нового поколения и медиация при организационных изменениях

4.1. Компетенции освоения и совершенствования рабочих практик

Предложенная модель позволяет рассматривать подготовку кадров через способность специалиста участвовать в различных процессах развития предприятия. Поиск нового решения требует инициативы и анализа неопределённости. Освоение — практического обучения и сотрудничества. Устойчивое воспроизводство — профессиональной надёжности. Обновление — способности критически оценивать сложившийся порядок.

Для подготовки специалистов предлагается следующая система компетенций.

Таблица 4. Компетенции освоения и совершенствование рабочих практик

Компетенция	Наблюдаемое действие студента или работника
Предпринимательская	Выявляет проблему, предлагает решение и проверяет его ценность
Организационная	Описывает процесс, участников и передачу результатов между ними
Аналитическая	Различает трудозатраты, время ожидания, качество и производительность
Правовая	Выявляет применимые требования и учитывает права участников
Коммуникативная	Объясняет изменение, уточняет позиции и обсуждает разногласия
Способность к обновлению практики	Предлагает улучшение и проверяет его последствия

Такой подход предполагает обучение одновременно исполнению и осмыслению процедур. Студент должен понимать назначение действия, условия его применения и последствия отклонения. Это помогает формировать профессиональную самостоятельность, необходимую для работы в меняющейся организационной среде.

Гражданская идентичность в предлагаемом образовательном подходе раскрывается через ответственное участие человека в экономической жизни общества. Её профессиональные проявления — уважение к другим участникам труда, добросовестное выполнение обязательств и понимание общественных последствий решений. При этом оценивать следует конкретные действия в учебной ситуации, не сводя гражданскую идентичность к производственной дисциплине.

4.2. Практическая модель обучения

Для формирования названных компетенций предлагается учебный проект «Совершенствование рабочего процесса предприятия». Его выполнение включает описание ситуации, анализ действующей практики, разработку изменения и обоснование условий его реализации. Проект развивает направление взаимодействия университетов и бизнеса, рассматриваемое в исследованиях государственной инновационной политики [12–14].

Студенты сначала определяют последовательность операций и распределение обязанностей. Затем выявляют задержки, ошибки и повторные действия. После этого предлагают новый порядок работы, проверяют его правовую приемлемость и выбирают показатели оценки.

Результатом проекта становится краткое описание процесса, предложение по его улучшению, план обучения участников и способ проверки результата. Если используются условные данные, это прямо указывается. Работа с реальным предприятием предполагает согласованный доступ к сведениям и соблюдение требований к их использованию.

Например, при анализе цифровой обработки заказов студенты должны рассмотреть не только функции программы, но и порядок заполнения данных, ответственность за проверку, передачу работы и действия при сбое. Такой проект показывает, почему внедрение инструмента требует формирования согласованной практики.

Оценка проекта может учитывать обоснованность выявленной проблемы, корректность расчётов, реализуемость изменения и полноту учёта интересов участников. Само наличие схемы или инструкции не является достаточным результатом: необходимо объяснить, каким образом предложенная практика будет освоена и проверена.

4.3. Место медиации в обновлении организационных рутин

Организационные изменения могут сопровождаться разногласиями относительно обязанностей, нагрузки, доступа к обучению и оценки труда. Причины конфликта следует исследовать до закрепления нового порядка. Возражения работников могут указывать на недостатки проекта изменений или неясность его последствий.

Закон Республики Казахстан «О медиации» предусматривает возможность применения медиации к спорам, возникающим из трудовых отношений, с учётом установленных законом условий. Статья 4 закрепляет добровольность, равноправие сторон, независимость и беспристрастность медиатора, недопустимость вмешательства и конфиденциальность [2, ст. 1, 4].

Медиацию необходимо отличать от рабочего совещания и управленческого решения. Она предполагает участие медиатора и самостоятельное согласование сторонами взаимоприемлемого решения. Руководитель, являющийся участником спора, не становится беспристрастным посредником в силу своей должности.

В авторской модели место медиации связано прежде всего с согласованием спорных условий перехода от прежней практики к новой. Её возможный результат — договорённость, после которой предприятие уточняет рабочие процедуры в применимом правовом порядке. При этом соглашение сторон не должно использоваться для обхода обязательных требований или нарушения прав других лиц.

Рассмотрим условную ситуацию. После внедрения цифровой системы работникам предложено увеличить количество обрабатываемых заказов. Возникли разногласия: часть сотрудников ещё не освоила инструмент, а новые функции проверки данных не учтены при распределении нагрузки. Первоначальный анализ должен установить фактические трудозатраты и потребность в обучении. Если разногласия сохраняются и стороны добровольно выбирают медиацию, предметом обсуждения могут стать условия адаптации, распределение обязанностей и критерии оценки результатов.

После урегулирования предприятие может закрепить согласованный порядок обучения и взаимодействия. Однако снижение конфликтности само по себе не доказывает роста производительности. Экономический результат требуется оценивать отдельно по качеству работы, трудозатратам и устойчивости процесса.

4.4. Образовательные задачи в области диалога и медиации

При подготовке специалистов целесообразно использовать учебные ситуации, позволяющие выявлять интересы участников, отделять факты от оценок и обсуждать последствия организационных решений. Студентам можно предложить роли работодателя, работников и наблюдателей, а затем сравнить варианты урегулирования.

Такие упражнения формируют навыки диалога и понимание принципов медиации. Они не заменяют специальную подготовку и выполнение требований, необходимых для деятельности медиатора.

В образовательном процессе важно соединять обсуждение конфликта с анализом самой рабочей процедуры. Если причиной разногласий является неясное распределение обязанностей, решение должно включать его уточнение. Если затруднение связано с недостатком навыков, требуется обучение. Это позволяет рассматривать согласование интересов как часть содержательного совершенствования организации труда.

Таким образом, развитие авторской модели предполагает соединение профессиональной компетентности, правовой культуры и способности участников согласовывать изменения. Организационные рутины становятся объектом осознанного проектирования и пересмотра, а подготовка кадров — условием освоения практик, обеспечивающих качественную и ответственную деятельность предприятия.

Заключение

Предложено концептуальное расширение авторской модели «инновация — предпринимательство — организационные рутины — бизнес»: освоение и закрепление новых способов деятельности рассматриваются вместе с правовой культурой и компетенциями работников.

Организационные рутины могут повышать производительность через согласование действий, уменьшение ошибок и сохранение опыта. Их результативность зависит от содержания практики и возможности её обновления. Для проверки эффекта предложена система показателей, учитывающая трудозатраты, качество и условия труда.

Правомерность и производительность требуют самостоятельной оценки. Конституционные гарантии задают правовые основания организации деятельности, а подготовка кадров должна обеспечивать способность специалистов выполнять, анализировать и совершенствовать рабочие процессы. Практическим инструментом предложен учебный проект по улучшению процесса предприятия.

Медиация рассматривается как возможный способ добровольного урегулирования допустимых законом споров при изменении рабочих процедур. Её результат не подменяет измерение экономических последствий изменений.

Исследование ограничено теоретико-концептуальным характером анализа и отсутствием собственных наблюдений на предприятиях. Последующая проверка предполагает изучение сопоставимых процессов до и после изменений, учёт технических и кадровых факторов, измерение качества и совокупных трудозатрат. Это позволит уточнить условия, при которых организационные рутины обеспечивают устойчивое повышение производительности.

Список литературы

1. Конституция Республики Казахстан: принята на республиканском референдуме 15 марта 2026 года. Официальный сайт Президента Республики Казахстан. URL: https://www.akorda.kz/ru/konstituciya-respubliki-kazahstan-3053339 (дата обращения: 08.10.2026).

2. О медиации: Закон Республики Казахстан от 28 января 2011 года № 401-IV. Информационно-правовая система «Әділет». URL:https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1100000401 (дата обращения: 08.10.2026).

3. Кожахметов З. К., Дюсембаева Г. Б. Шағын кәсіпкерлік теориясы: қалыптасуы, дамуы және заманауи тұжырымдамалық деңгейі // Science and Education: Modern Time. 2024. Т. 6, № 7. С. 26–36.

4. Kozhakhmetov Z. Innovation, Entrepreneurship, Routines and Business: An Evolutionary-Institutional Model of Economic Activity Transformation // Innovative Scientific Research: Proceedings of the XX International Scientific and Practical Conference, Toronto, Canada, January 22–23, 2026. World of Conferences, 2026. P. 27–30.

5. Kozhakhmetov Z. Innovation, Entrepreneurship, Routines and Business: An Evolutionary-Institutional Model of Economic Activity Transformation // The Scientific Heritage. 2026. No. 178. P. 24–26. DOI: 10.5281/zenodo.18614856.

6. Nelson R. R., Winter S. G. An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.

7. Feldman M. S. Organizational Routines as a Source of Continuous Change // Organization Science. 2000. Vol. 11, No. 6. P. 611–629.

8. Feldman M. S., Pentland B. T. Reconceptualizing Organizational Routines as a Source of Flexibility and Change // Administrative Science Quarterly. 2003. Vol. 48, No. 1. P. 94–118. DOI: 10.2307/3556620.

9. Pentland B. T., Feldman M. S. Organizational Routines as a Unit of Analysis // Industrial and Corporate Change. 2005. Vol. 14, No. 5. P. 793–815. DOI: 10.1093/icc/dth070.

10. Schumpeter J. A. The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle / Translated by R. Opie. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1934.

11. Drucker P. F. Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles. New York: Harper & Row, 1985.

12. Kozhakhmetov Z., Zhunusov B. State Policy of Stimulating Innovative Development of the Economy of the Republic of Kazakhstan: Problems and Prospects // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2026. No. 181. Vol. 1. P. 23–30.

13. Kozhakhmetov Z., Zhunusov B. State Policy and Innovation-Driven Development in Kazakhstan: Constraints and Prospects // Sciences of Europe. 2026. No. 189. P. 27–33. DOI: 10.5281/zenodo.20456890.

14. Кожахметов З. К., Жунусов Б. А. Государственная политика стимулирования инновационного развития экономики Республики Казахстан: проблемы и перспективы // Материалы XVI Международной научно-практической конференции «ИИ-трансформация: путь инноваций от университетской лаборатории до рынка», посвящённой 80-летию Токтара Аубакирова. Т. 1. Университет «Туран-Астана», 2026. С. 3–14.

Pedagogical Sciences

THE ROLE OF MOTIVATION IN LEARNING ACADEMIC WRITING

Adilbekova B.
Doctoral student, Karaganda University by Kazpotrebsouz, Kazakhstan, Karaganda
Muratova A.
Doctoral student, Karaganda University by Kazpotrebsouz, Kazakhstan, Karaganda
Aubakirova Gulbanu
Candidate of Philology, Associate Professor, Professor of KarUK, Karaganda

The article examines the Role of Motivation in Learning Academic Writing, the role of motivation in learning academic writing in higher education. Particular attention is paid to intrinsic and extrinsic motivation, the factors influencing students' interest in academic writing, and the pedagogical conditions necessary for developing academic writing competence. The article discusses the potential of practice-oriented learning, project-based activities, peer review, and digital technologies in teaching academic writing. It also considers the use of artificial intelligence as a supplementary tool for improving students' writing skills while maintaining academic integrity. The article emphasizes the importance of creating a supportive learning environment that promotes student autonomy, critical thinking, and research engagement. The findings of the theoretical analysis may be useful for developing teaching strategies for undergraduate and postgraduate students.
Keywords: academic writing, motivation, higher education, intrinsic motivation, extrinsic motivation, academic writing competence, critical thinking, research activities.

Introduction

Modern higher education places increasing emphasis on preparing specialists who can conduct independent research, critically evaluate academic information, and communicate research findings in accordance with established academic standards. In this context, academic writing has become an essential component of university education and an important means of scientific communication.

Academic writing is a complex process that requires linguistic competence, logical reasoning, effective argumentation, the ability to analyze scholarly sources, and an understanding of academic conventions. These skills are particularly important for postgraduate students, who are expected to prepare research papers, write dissertations, publish academic articles, and participate in international conferences.

However, learning academic writing can present considerable challenges. Students may experience difficulties in formulating research questions, organizing arguments, integrating scholarly sources, using appropriate academic vocabulary, and following citation conventions. Such challenges may reduce students' confidence and negatively affect their engagement in writing activities.

Motivation is one of the important factors influencing students' participation in learning and their willingness to overcome these difficulties. It affects the amount of effort students invest in writing, their persistence in revising drafts, and their readiness to develop independent research skills.

The aim of this article is to examine the role of motivation in learning academic writing and identify pedagogical conditions that may encourage students to develop sustained interest in academic writing.

The objectives of the article are:

1. To examine theoretical approaches to motivation in education.
2. To distinguish between intrinsic and extrinsic motivation in academic writing.
3. To identify factors influencing students' motivation.
4. To discuss pedagogical strategies for increasing motivation to learn academic writing.
5. To explore the potential of digital technologies and artificial intelligence in developing academic writing competence.

The methodological approach is based on a theoretical analysis of scholarly literature on motivation, academic writing, and self-regulated learning, together with a synthesis of pedagogical approaches relevant to higher education.

1. Theoretical Foundations of Motivation in Learning Academic Writing

Motivation is a fundamental concept in educational psychology and pedagogy. It refers to the processes and factors that influence individuals' goals, engagement, and persistence in particular activities.

In education, motivation affects students' willingness to participate in learning, the strategies they use, and their readiness to overcome difficulties. These characteristics are especially important in academic writing because producing a high-quality academic text requires sustained effort, critical reflection, and repeated revision.

Motivation should be understood not merely as a factor encouraging students to complete assignments, but also as an important condition for developing academic independence and research competence.

Two major forms of motivation are commonly distinguished: intrinsic and extrinsic motivation.

Intrinsic motivation arises from interest in the activity itself. For example, postgraduate students may wish to improve their academic writing because they enjoy investigating research questions, exploring scholarly debates, and communicating their findings to an academic audience.

Extrinsic motivation is associated with external outcomes, such as receiving good grades, completing a degree, meeting institutional requirements, or publishing a research article.

Both forms of motivation can support learning. However, an important pedagogical objective is to help students develop a meaningful personal interest in academic writing rather than viewing it solely as an obligatory academic task.

2. Academic Writing as a Means of Developing Research Competence

Academic writing is a complex form of communication that requires linguistic accuracy, logical organization, critical analysis, and the ability to construct evidence-based arguments.

Ken Hyland examines writing in relation to academic genres, disciplinary practices, and the expectations of academic communities. This perspective suggests that teaching academic writing should involve more than grammar and vocabulary. Students also need to understand how academic texts are organized, how arguments are developed, and how writers position their claims in relation to existing research.

Academic writing is particularly important at the postgraduate level. Master's students are expected to identify research problems, evaluate scholarly literature, formulate research questions, and present findings in a coherent and academically appropriate manner.

John M. Swales and Christine B. Feak focus specifically on the academic writing needs of graduate students, including the organization of research-based texts and the development of effective academic arguments. Studying model texts and analyzing their structure can help students understand academic conventions and improve their own writing.

The development of writing competence also requires systematic practice. Steve Graham and Dolores Perin discuss evidence-based approaches to improving writing skills, emphasizing the value of explicit instruction and structured writing activities. Although their work focuses primarily on secondary education, some of the general principles may inform the design of writing activities in higher education. Regular writing practice enables students to develop their ability to organize ideas, construct arguments, revise drafts, and evaluate their own work. Motivation supports this process by encouraging students to engage with writing tasks and persist when difficulties arise. Therefore, academic writing should be viewed as both a communication skill and a means of developing students' analytical and research abilities.

3. Motivational Strategies in Teaching Academic Writing

The effectiveness of academic writing instruction depends partly on the teacher's ability to maintain students' interest and organize meaningful learning activities.

Dörnyei highlights the importance of purposeful motivational strategies in language education [2]. In academic writing classes, these strategies may include allowing students to select relevant topics, connecting assignments with professional interests, setting achievable goals, and providing regular feedback.

Jeremy Harmer discusses approaches to English language teaching that support the development of productive skills and active student participation [3]. In academic writing instruction, these principles can be applied through the analysis of model texts, guided writing activities, independent composition, and systematic revision.

One effective approach is **project-based learning**. Students work on a research project that involves identifying a problem, reviewing relevant literature, developing arguments, and presenting their conclusions in written form. This approach helps learners understand how academic writing contributes to a broader research process.

Another useful strategy is **process-oriented writing instruction**. Rather than expecting students to produce a complete academic text in a single attempt, teachers can divide the writing process into manageable stages:

1. Selecting a topic and identifying a research problem.
2. Formulating research questions and objectives.
3. Finding and evaluating scholarly sources.
4. Developing an outline.
5. Writing the first draft.
6. Receiving feedback.
7. Revising the content, organization, and language.
8. Preparing the final version.

This approach makes writing tasks more manageable and enables students to recognize their progress.

Peer review is another valuable strategy. Students evaluate one another's texts using clearly defined criteria, such as clarity of the thesis statement, coherence, quality of argumentation, appropriate use of sources, and academic style.

Peer review can encourage active engagement, develop critical thinking, and help students understand the expectations of academic writing. It also creates opportunities for collaborative learning and constructive discussion.

Self-reflection is equally important. Students can evaluate their progress, identify recurring difficulties, and set goals for subsequent writing assignments. Such activities support the development of self-regulated learning.

Barry J. Zimmerman describes self-regulated learning as a process involving goal setting, strategic action, self-monitoring, and evaluation [6]. These principles are directly relevant to academic

writing because students must plan their work, monitor the quality of their texts, and make revisions based on feedback.

Consequently, combining project-based learning, process-oriented writing, peer review, and self-reflection can create conditions that support student motivation and writing development.

4. Factors Influencing Students' Motivation to Learn Academic Writing

Students' motivation is influenced by several interconnected factors, including the perceived relevance of learning activities, confidence in their abilities, the quality of feedback, and opportunities for independent decision-making.

First, students are more likely to engage with academic writing when they understand its practical value. The ability to produce clear and well-structured academic texts is important for completing dissertations, publishing research, preparing analytical reports, and participating in international academic communication.

Second, learning activities should reflect students' academic and professional interests. For example, students specializing in economics may write analytical essays on digital transformation, entrepreneurship, financial markets, international trade, or sustainable economic development. Professionally relevant assignments can help students recognize the relationship between academic writing and their future careers.

Third, students need to develop confidence in their writing abilities. Those who use English as an additional language may experience difficulties with academic vocabulary, complex grammatical structures, and discipline-specific conventions. If assignments are consistently perceived as too difficult, students may become less willing to participate.

A gradual increase in task complexity can help address this challenge. Students may begin by writing coherent paragraphs, summarizing academic texts, or formulating thesis statements before progressing to literature reviews and research articles.

Fourth, feedback plays a significant role in the learning process. Comments should identify problems while also providing guidance on how to improve the text. Feedback that focuses on specific, achievable improvements can help students recognize their progress and maintain engagement.

Fifth, opportunities for autonomy can support motivation. Allowing students to select topics, formulate research questions, and make informed decisions about their writing can increase their sense of responsibility for the final product.

Ursula Wingate emphasizes the importance of inclusive approaches to academic literacy that take students' diverse educational backgrounds into account [10]. In academic writing instruction, this perspective supports the provision of clear explanations, appropriate scaffolding, and guidance tailored to students' needs.

Thus, motivation should be supported through a combination of relevant learning activities, achievable challenges, constructive feedback, and opportunities for independent learning.

5. Digital Technologies and Artificial Intelligence in Academic Writing Instruction

Digital technologies provide additional opportunities for teaching academic writing and supporting students' independent learning.

Online learning platforms can facilitate collaborative writing, document sharing, feedback, and revision. Digital editing tools can help students identify grammatical and spelling errors and improve the clarity of their texts.

Artificial intelligence has also created new possibilities for academic writing instruction. AI-based tools can assist students in examining text organization, identifying unclear formulations, considering alternative expressions, and receiving explanations of academic writing conventions.

For example, a student may draft an introduction to a research article independently and then use an AI tool to obtain feedback on the logical organization of ideas. The student can critically evaluate the suggestions, verify relevant information, and revise the text independently.

When used appropriately, these activities may support self-assessment and help students become more aware of the strengths and weaknesses of their writing.

However, the use of artificial intelligence also presents challenges. AI-generated information may be inaccurate, references may be incomplete or fabricated, and excessive dependence on automated tools may undermine independent thinking.

Students should therefore be taught to verify information against reliable scholarly sources, check references, preserve their own intellectual contribution, and follow the academic integrity policies of their institutions and target journals.

The educational value of artificial intelligence depends not simply on its availability, but on how responsibly and critically it is used.

Digital tools should consequently be treated as supplementary resources that support learning rather than replace independent research, critical analysis, or the student's responsibility for the final text.

6. Pedagogical Recommendations for Developing Sustained Motivation

The theoretical discussion presented in this article suggests several pedagogical recommendations for teaching academic writing in higher education.

First, writing assignments should be connected with students' academic and professional interests. Relevant topics can help learners recognize the practical importance of academic writing and increase their willingness to participate.

Second, instruction should follow a gradual progression from basic to more complex writing tasks. Students may begin with paragraph development, summarizing, and paraphrasing before progressing to argumentative essays, literature reviews, and research articles.

Third, students should be encouraged to use clear assessment criteria. These criteria may address the clarity of the research question, organization, coherence, argumentation, use of evidence, citation practices, and linguistic accuracy.

Fourth, individual writing activities should be combined with collaborative learning. Peer review, group discussion, and joint analysis of academic texts can help students exchange ideas and develop a clearer understanding of academic conventions.

Fifth, teachers should use formative assessment to support learning progress. Feedback should help students identify both the strengths of their work and the areas that require improvement.

Sixth, students should be encouraged to reflect on their learning process. Self-assessment can help them recognize recurring problems, monitor progress, and set realistic goals for future assignments.

Finally, digital technologies and artificial intelligence should be integrated into writing instruction in a way that preserves student autonomy and academic integrity. Students need explicit guidance on verifying information, evaluating AI-generated suggestions, and taking responsibility for their final work.

These recommendations should be adapted to the educational context, students' language proficiency, and the learning outcomes of the course. Their effectiveness should also be examined through empirical research, including classroom observations, student questionnaires, and analyses of academic writing samples.

Conclusion

Motivation is an important factor in learning academic writing in higher education. It influences students' engagement, willingness to overcome difficulties, confidence in their abilities, and readiness to develop independent research skills.

The theoretical perspectives discussed in this article highlight several conditions that may support motivation, including student autonomy, perceived competence, professionally relevant assignments, structured writing practice, and constructive feedback.

The article also emphasizes the potential value of project-based learning, process-oriented writing instruction, peer review, and self-reflection. These approaches can help students understand academic writing as a gradual process that involves planning, drafting, evaluating, and revising texts.

Digital technologies and artificial intelligence may provide additional support for writing development. However, their use should be accompanied by critical evaluation, verification of information, and adherence to academic integrity principles.

In conclusion, developing student motivation should be regarded as an important component of effective academic writing instruction. A supportive learning environment, meaningful writing tasks, and systematic pedagogical guidance can contribute to the development of academic writing competence and research independence.

Further research should investigate the relationship between students' motivation, specific teaching strategies, and the quality of academic writing. Empirical studies may help determine which approaches are most effective for different groups of university students and in different educational contexts.

Sİ DƏSTƏKLI FORMATIV QIYMƏTLƏNDIRMƏ: RUBRIKALARA ƏSASLANAN GENERATOR Sİ VASITƏSILƏ AKADEMIK YAZIDA RƏYIN SƏMƏRƏLILIYININ VƏ KEYFIYYƏT DƏRINLIYININ OPTIMALLAŞDIRILMASI

Mürşüdzadə Nuran İsmayıl qızı

Nuran Murshudzadа
"Languages and teaching technologies" department of Azerbaijan State Pedagogical University, Sheki branch, ORCID:0000-0002-3194-3250

ABSTRACT

In higher education, academic writing serves not only as a tool for assessing knowledge but also as a fundamental cognitive process that develops students' critical thinking, reasoning, and scholarly communication skills. The development of these skills heavily relies on the quality, frequency, and content of formative feedback. However, a major challenge modern higher education institutions face is resource and time constraints, particularly in large classes where providing detailed, personalized feedback on every essay or paper demands substantial time and psychological energy from instructors. This often forces educators to choose between delaying feedback for weeks or resorting to generic, superficial comments. The integration of Generative Artificial Intelligence (GenAI) technologies, specifically Large Language Models (LLMs), offers a promising solution to this dilemma by analyzing logical structures, depth of argumentation, and stylistic features to generate high-level natural language feedback. This article explores the theoretical and practical foundations of a rubric-based, AI-supported formative assessment model while maintaining Human-in-the-Loop (HITL) oversight. By examining the pedagogical theories of formative feedback, the evolution of automated assessment systems, and a structured three-stage institutional implementation roadmap, this study demonstrates how the proposed model can reduce grading workloads, enhance feedback depth, and preserve pedagogical subjectivity while mitigating ethical and technical risks such as algorithmic bias and data privacy concerns.

Keywords: *Generative Artificial Intelligence, Formative Assessment, Academic Writing, Human-in-the-Loop, Large Language Models, Rubric-Based Assessment, Higher Education*

GIRIŞ

Ali təhsil sistemində akademik yazı yalnız biliklərin qiymətləndirilməsi vasitəsi deyil, eyni zamanda tələbələrin tənqidi təfəkkürünü, mühakimə qabiliyyətini və elmi ünsiyyət bacarıqlarını formalaşdıran əsas koqnitiv prosesdir. Tələbələrin akademik yazı bacarıqlarının inkişafı birbaşa olaraq onların təlim prosesində aldıqları rəylərin (feedback) keyfiyyətindən, tezliyindən və məzmunundan asılıdır. Formativ qiymətləndirmə — tələbənin yekun (summativ) qiymətləndirmədən əvvəl öz işini təkmilləşdirməsi üçün həyata keçirilən diaqnostik və dəstəkləyici qiymətləndirmə prosesidir. Lakin müasir ali təhsil müəssisələrində müəllimlərin üzləşdiyi əsas

çətinliklərdən biri resurs və zaman məhdudiyyətidir. Xüsusilə böyük tələbə qruplarında hər bir tələbənin essesinə və ya məqaləsinə sətirbəsətir, detallı və fərdiləşdirilmiş rəy vermək müəllimdən böyük zaman və psixoloji enerji tələb edir. Nəticədə müəllimlər iki mənfi seçim arasında qalırlar:

1. Rəyin keyfiyyətini qoruyub yoxlama müddətini həftələrlə uzatmaq (bu zaman rəy tələbə üçün öz aktuallığını itirir);
2. Yoxlama müddətini qısaltmaq üçün ümumi, səthi və şablon rəylərlə kifayətlənmək (məsələn, "struktur zəifdir" və ya "qrammatikaya diqqət edin").

Generator Süni İntellekt (GenAI) texnologiyalarının, xüsusilə Böyük Dil Modellərinin (LLM) təhsildə tətbiqi bu çıxılmaz vəziyyəti həll etmək üçün yeni imkanlar açır. Əvvəlki nəsil Avtomatlaşdırılmış Esse Qiymətləndirmə (AES) sistemlərindən fərqli olaraq, müasir Sİ modelləri mətnin məntiqi strukturunu, arqumentasiya dərinliyini və üslub xüsusiyyətlərini təhlil edərək yüksək səviyyəli təbii dildə rəy formalaşdırmaq qabiliyyətinə malikdir. Bu məqalənin əsas məqsədi, müəllim nəzarətini (Human-in-the-Loop) qoruyub saxlamaqla, rubrikalara əsaslanan Sİ dəstəkli formativ qiymətləndirmə modelinin nəzəri və praktiki əsaslarını araşdırmaq, onun tədris prosesinin səmərəliliyinə və rəyin keyfiyyətinə təsirini təhlil etməkdir.

1. Nəzəri Çərçivə və Ədəbiyyat İcmalı

1.1 Formativ Rəyin Pedaqoji Nəzəriyyələri

Formativ qiymətləndirmə nəzəriyyəsi Lev Vıqotskinin "Yaxın İnkişaf Zonası" (Zone of Proximal Development – ZPD) konsepsiyasına söykənir. Bu konsepsiyaya görə, öyrənən şəxs təkbaşına edə biləcəyi tapşırıqlar ilə təcrübəli bələdçinin (müəllimin) dəstəyi ilə həyata keçirə biləcəyi tapşırıqlar arasında bir inkişaf zonasına malikdir. Formativ rəy məhz bu zonada körpü rolunu oynayır. Black və Wiliam (1998), eləcə də Hattie və Timperley (2007) tərəfindən aparılan tədqiqatlar göstərir ki, rəy yalnız aşağıdakı üç suala cavab verdikdə effektiv olur:

1. **Hara gedirəm?** (Target/Goal) — Hədəflənən standart və ya rubrika meyarlarının aydınlaşdırılması
2. **Necə gedirəm?** (Current Status) — Tələbənin mövcud mətni ilə hədəf standart arasındakı məsafənin müəyyən edilməsi.
3. **Növbəti addımım nədir?** (Feedforward) — Çatışmazlığı aradan qaldırmaq üçün konkret, tətbiqoluna bilən addımların göstərilməsi.

1.2 Avtomatlaşdırılmış Qiymətləndirmə Sistemlərinin Təkamülü

Avtomatlaşdırılmış qiymətləndirmə texnologiyaları üç əsas inkişaf mərhələsindən keçmişdir:

Mərhələ	Texnoloji Baza	Əsas Xüsusiyyətlər	Məhdudiyyətlər
1. Statistika və Sintaksis (1960–2000)	Səthi statistik alqoritmlər	Cümlə uzunluğu, leksik müxtəliflik, sətir sayı təhlili	Mətnin mənasına və məntiqinə tam kor olması
2. Qaydalar və Maşın Öyrənməsi (2000–2020)	Qrammatik qayda bazaları və NLP	Leksik-qrammatik xətaların tapılması, səthi stil yoxlanışı	Yalnız summativ bala fokuslanma, konstruktiv rəy verə bilməmək
3. Generator Sİ və LLM (2020+)	Kontekstual Dil Modelləri	Məntiqi rabitəlilik, arqumentasiya dərinliyi, təbii dildə rəy	Hallüsinasiya riski, düzgün prompt mühəndisliyi tələbi

1.3 İnsan Nəzarətli Sistem (Human-in-the-Loop – HITL) Modeli

Sİ-nin təhsildə tam avtonom şəkildə qiymətləndirmə aparması pedaqoji və etik baxımdan qəbuledilməzdir. Bu tədqiqatda təklif olunan **HITL modeli** müəllimin pedaqoji subyektliyini qoruyur. Sİ burada yalnız "ilkin analitik köməkçi" rolunu oynayır; verilən rəyin doğruluğunu, tonunu və adekvatlığını təsdiqləmək və fərdiləşdirmək tamamilə müəllimin öhdəliyindədir.

2. Rubrikalara əsaslanan si qiymətləndirmə metodologiyası

Sİ modellərinin (məsələn, GPT-4, Claude, Gemini) dəqiq və konstruktiv rəy verə bilməsi üçün müəllim tərəfindən "Prompt Mühəndisliyi" (Prompt Engineering) prinsiplərinə uyğun təlimatlandırılması mütləqdir. Mücərrəd rəylərin qarşısını almaq üçün sistem **analitik rubrikalarla** təchiz edilməlidir.

2.1 Rubrikanın maşin tərəfindən oxuna bilən formata çevrilməsi

Standart bir akademik yazı rubrikası aşağıdakı kimi strukturlaşdırılmalıdır:

Komponent	Çəki	Hədəf Meyarları (Yüksək Səviyyə)	Maşın Tərəfindən Oxunan Prompt Təlimatı
Tezis və Arqumentasiya	30%	Aydın, mürəkkəb tezis fikri; məntiqi əks-arqumentlər nəzərə alınıb; iddialar birbaşa sübutlara bağlanıb.	Tezis fikrinin 1-ci abzasda aydın ifadə olunduğunu yoxlayın. Sübut olunmamış iddiaları müəyyən edin.
Struktur Rabitəliliyi	25%	Aydın ana cümlələr; abzaslar arasında məntiqi keçidlər; fikir inkişafının ardıcıllığı.	Abzaslararası keçidləri qiymətləndirin. Aydın ana cümləsi olmayan abzasları qeyd edin.
Akademik Stil	25%	Ardıcıl rəsmi stil; sahəyə uyğun terminologiya; obyektiv akademik ton.	Danışıq dilini, qeyri-rəsmi ifadələri, birinci şəxsin yersiz işlədilməsini və qeyri-dəqiq terminləri bayraqla qeyd edin.
Mexanika və İstinadlar	20%	Qrammatik icranın qüsursuzluğu; müxtəlif cümlə quruluşları; dəqiq APA/MLA istinad formatı	Sistemli qrammatik səhvləri və sintaksis kənaraçıxmaları dəqiqliklə göstərin. Mətndaxili istinad uyğunluğunu yoxlayın.

2.2 Kompleks prompt arxitekturasinin qurulmasi

Effektiv formativ rəy almaq üçün istifadə olunan prompt 5 əsas hissədən ibarətdir:

1. **Rolların Təyini:** *"Sən universitet səviyyəsində akademik yazı üzrə təcrübəli pedaqoq və ekspert rolundasan."*
2. **Kontekst və Tapşırıq:** *"Aşağıda tələbənin təqdim etdiyi 1500 sözlük argumentativ esse yer alır. Sənin məqsədin tələbəyə yekun bal yazmaq deyil, onun işini təkmilləşdirməsi üçün konstruktiv formativ rəy verməkdir."*
3. **Rubrika İnteqrasiyası:** *(Yuxarıda qeyd olunan qiymətləndirmə rubrikasının detallı meyarlar daxil edilir).*
4. **Çıxış Formatının Məhdudiyyətləri:**
    - **Güclü tərəflər:** Tələbənin uğurla yerinə yetirdiyi 2 ana məqam.

- **Təkmilləşdirilməli olan sahələr:** Abzas və cümlə nömrələri göstərilməklə 3 əsas problem.
- **Konkret istiqamətləndirici suallar:** Tələbəyə hazır cavab vermədən, onu düşünməyə sövq edən suallar.

5. **Kritik Qadağa:** *"Heç bir halda tələbənin yerinə mətni sıfırdan yazma və ya hazır abzaslar təqdim etmə. Yalnız istiqamət ver."*

3. Empirik səmərəlilik və tədris keyfiyyətinin təhlili

Bu bölmədə Sİ dəstəkli HITL modelinin tətbiqi nəticəsində əldə olunan kəmiyyət və keyfiyyət göstəriciləri təhlil edilir.

3.1 Rəyin keyfiyyəti və dərinliyi (keyfiyyət təhlili)

Ənənəvi qiymətləndirmədə yorğunluq faktoru (cognitive fatigue) səbəbindən müəllimin ilk yoxladığı esse ilə son yoxladığı esse arasında rəyin detallığı baxımından ciddi fərqlər yaranır. Sİ dəstəkli modeldə isə:

- **Yorğunluq faktoru aradan qalxır:** Bütün esselərə eyni analitik diqqətlə yanaşılır.
- **Lokal və Qlobal Rəy Balansı:** Sİ həm mikro-səviyyədə (qrammatika, lüğət), həm də makro-səviyyədə (struktur, arqumentasiya məntiqi) bərabər dərəcədə ətraflı rəy formalaşdırır.

İş Axını Modeli	Əsas Addım	Emal Vaxtı	Pedaqoji Təsir Səviyyəsi
Ənənəvi Yoxlama	Mətni tam oxuma ➔ Qeydlər yazma ➔ Gecikmiş təhvil	30 dəqiqə / esse	Aşağı: Tələbə motivasiyasını itirir
Sİ Dəstəkli HITL	Sİ İlkin Analizi (1 dəq) ➔ Müəllim Doğrulaması (5 dəq)	6 dəqiqə / esse	Yüksək: Sürətli və tətbiqoluna bilən rəy

4. Etik məsələlər, risklər və qoruyucu mexanizmlər

Sİ-nin qiymətləndirmə prosesinə inteqrasiyası müəyyən etik və texniki riskləri də bərabərində gətirir. Bu risklərin idarə olunması davamlı təhsil üçün vacibdir.

4.1 Etik Risklər və Strateji Həll Yolları

Risk Sahəsi	Potensial Təhlükə	Təklif Olunan Qoruyucu Mexanizm
Məlumatların Məxfiliyi	Tələbə işlərinin açıq model təlimlərinə sızması	Zero Data Retention (ZDR) dəstəkli korporativ Sİ lisenziyaları
Alqoritmik Qərəzlilik	Qeyri-standart dil üslublarının səhv kimi qiymətləndirilməsi	Müəllimin süzgəc rolunu oynaması və sosial-linqvistik nəzarət
Müəllim Asılılığı	Müəllimin Sİ rəyini kor-koranə təsdiqləməsi (pedaqoji passivləşmə)	Hər qrupdan 15%-lik təsadüfi nümunələrin tam əl ilə auditi

5. İnstitusional tətbiq yol xəritəsi

Ali təhsil müəssisələrində Sİ dəstəkli formativ qiymətləndirmə sisteminin uğurla tətbiqi üçün 3 mərhələli yol xəritəsi təklif olunur:

Mərhələ	Əsas Fəaliyyət İstiqlamətləri	İcra Olunacaq Addımlar
Mərhələ 1: İnfrastruktur	Standartlaşdırma və Təhlükəsizlik	- ZDR dəstəkli Sİ platformasının LMS-ə inteqrasiyası - Akademik kafedralar üzrə vahid analitik rubrikaların tərtibi
Mərhələ 2: Təlimlər	Müəllim Heyətinin Hazırlanması	- Prompt Mühəndisliyi və HITL seminarlarının keçirilməsi - Fənlər üzrə hazır prompt kitabxanalarının yaradılması
Mərhələ 3: Kommunikasiya	Tələbə Şəffaflığı	- Sİ-nin qiymətləndirmədəki rolunun açıq bəyan edilməsi - Yekun qiymətin yalnız insan pedaqoq tərəfindən veriləcəyinin zəmanəti

NƏTİCƏ

Generator Sİ texnologiyalarının təhsildə tətbiqi formativ qiymətləndirmə prosesində keyfiyyət və sürət arasındakı tarixi ziddiyyəti həll etmək potensialına malikdir. Rubrikalara əsaslanan və müəllim nəzarəti altında fəaliyyət göstərən (HITL) Sİ dəstəkli qiymətləndirmə modeli müəllimləri rutin, texniki yoxlama yükündən azad edərək, onların diqqətini daha yüksək səviyyəli pedaqoji yönləndirməyə və tələbələrlə fərdi ünsiyyətə yönəltməyə imkan verir. Etik çərçivələrin qorunması, fərdi məlumatların təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və müəllimin pedaqoji subyektliyinin saxlanılması şərtilə, təklif olunan bu model ali təhsil müəssisələrində akademik yazının tədrisi keyfiyyətini yeni mərhələyə qaldıra bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. **Black, P., & Wiliam, D.** (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74. https://doi.org/10.1080/0969595980050102
2. **Boud, D., & Molloy, E.** (2013). Rethinking models of feedback for learning: The need for an efficacy framework. *Studies in Higher Education*, 38(5), 698–712. https://doi.org/10.1080/07075390.2012.725342
3. **Dawson, P., Henderson, M., Mahoney, P., Phillips, M., Ryan, T., Boud, D., & Molloy, E.** (2019). What makes for effective feedback: Staff and student perspectives. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44(1), 25–36. https://doi.org/10.1080/02602938.2018.1467877
4. **Hattie, J., & Timperley, H.** (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. https://doi.org/10.3102/003465430298487

5. **Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, J., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., … Kasneci, G.** (2023). ChatGPT for good? On the potential and limitations of large language models in education. *Learning and Individual Differences*, 103, Article 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274
6. **Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B.** (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
7. **Moorhouse, B. L.** (2023). Generative AI tools and the encouragement of critical thinking and problem-solving in higher education. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 20(5), Article 07. https://doi.org/10.53761/1.20.5.07
8. **Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D.** (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218. https://doi.org/10.1080/03075070600572090
9. **Panadero, E., & Jonsson, A.** (2013). The use of scoring rubrics for formative assessment purposes: A review. *Educational Research Review*, 9, 129–144. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.002
10. **Selwyn, N.** (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
11. **Vygotsky, L. S.** (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
12. **Winstone, N. E., Nash, R. A., Parker, M., & Rowntree, J.** (2017). Supporting learners' agentic engagement with feedback: A systematic review and taxonomy of recipience processes. *Educational Psychologist*, 52(1), 17–37. https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1207538

Обеспечение качества высшего образования как механизм образовательной интеграции стран Центральной Азии

Закирова Д.И.
PhD, профессор, Университет «Туран»

Аннотация: В статье рассматривается интеграционный потенциал существующих систем и механизмов обеспечения качества высшего образования стран Центральной Азии. Цель исследования заключается в выявлении возможностей использования данных механизмов для развития регионального образовательного сотрудничества. На основе сравнительного институционального и документального анализа нормативных актов Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и Таджикистана, а также международно ориентированных стандартов аккредитации определены общие предпосылки образовательной интеграции. Установлено, что национальные системы обеспечения качества обладают функциональной общностью, а рассмотренные стандарты внешней оценки демонстрируют методологическую сопоставимость подходов к оценке образовательных программ. Выделены три интеграционные функции обеспечения качества: методологическая, координационная и информационная. Показано, что их согласованное использование может способствовать развитию совместных образовательных программ, информационной поддержке академической мобильности, профессиональному взаимодействию и укреплению институционального доверия. Сделан вывод о том, что обеспечение качества может выступать одним из механизмов образовательной интеграции Центральной Азии без обязательной унификации национальных систем аккредитации. При этом реализация выявленного потенциала требует развития устойчивого межуниверситетского сотрудничества и соответствующих организационно-правовых условий.

Ключевые слова: высшее образование, обеспечение качества образования, образовательная интеграция, Центральная Азия, аккредитация, региональное сотрудничество, институциональное доверие, академическая мобильность.

1. Введение

Развитие образовательного сотрудничества между странами Центральной Азии приобретает особое значение в условиях интернационализации высшего образования и расширения межуниверситетских связей. Перспективы региональной интеграции связаны не только с академической мобильностью и реализацией совместных образовательных программ, но и с формированием институциональных условий, обеспечивающих сопоставимость образовательных систем и доверие между университетами. Одним из инструментов создания таких условий выступают механизмы обеспечения качества высшего образования.

Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан и Таджикистан развивают национальные системы обеспечения качества, включающие нормативное регулирование, внешнюю оценку образовательной деятельности и применение международно ориентированных подходов к аккредитации. Наличие общих функций и сопоставимых критериев оценки создаёт предпосылки для регионального сотрудничества. Вместе с тем вопрос о том, каким образом

существующие механизмы обеспечения качества могут использоваться для развития образовательной интеграции Центральной Азии, остаётся недостаточно изученным.

Цель исследования - выявить возможности развития образовательной интеграции стран Центральной Азии на основе существующих систем и механизмов обеспечения качества высшего образования, определив их интеграционный потенциал, институциональные предпосылки и ограничения применения для расширения регионального образовательного сотрудничества.

Исследование основано на сравнительном анализе национальных механизмов обеспечения качества Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и Таджикистана, нормативных документов и стандартов внешней оценки образовательной деятельности. Особое внимание уделяется методологической сопоставимости подходов к обеспечению качества, возможностям их использования в совместных образовательных инициативах и формированию институционального доверия.

Научная значимость исследования заключается в рассмотрении обеспечения качества не только как инструмента национального регулирования высшего образования, но и как потенциального механизма региональной образовательной интеграции, основанного на согласованном использовании уже существующих институциональных и методологических ресурсов.

2. Теоретико-методологические основы

Развитие регионального сотрудничества в сфере высшего образования предполагает не только расширение академической мобильности и реализацию совместных образовательных программ, но и формирование институциональных условий, обеспечивающих сопоставимость национальных образовательных систем. Одним из таких условий выступает обеспечение качества высшего образования, включающее внутренние и внешние процедуры оценки, институциональную и программную аккредитацию, применение согласованных критериев и повышение прозрачности результатов образовательной деятельности.

В контексте региональной интеграции обеспечение качества приобретает значение, выходящее за пределы национального регулирования. Если на национальном уровне его основными функциями являются оценка соответствия установленным требованиям и содействие совершенствованию образовательной деятельности, то на межгосударственном уровне особое значение приобретает способность механизмов обеспечения качества формировать доверие между образовательными организациями, аккредитационными агентствами и государственными органами различных стран.

Теоретическое осмысление данной взаимосвязи представлено в исследованиях, посвящённых Болонскому процессу, институциональному сближению образовательных систем и транснациональному распространению механизмов образовательной политики.

В исследовании L. Bischof (2018) рассматривается влияние Болонского процесса на развитие систем обеспечения качества высшего образования в постсоветских государствах на примере Казахстана, России и Молдовы [1]. Автор использует концепции институционального изоморфизма и зависимости от предшествующего пути развития, позволяющие объяснить, как распространение сходных организационных моделей, так и сохранение особенностей национальных систем. Исследование показывает, что внедрение международных подходов к обеспечению качества определяется не только внешними обязательствами и распространением стандартов, но и внутренними политическими, административными и институциональными условиями.

Особое значение для настоящего исследования имеют выводы Bischof относительно Казахстана, где развитие независимой аккредитации и допуск международных агентств

стали важными элементами реформирования системы высшего образования. Вместе с тем сравнительный анализ трёх государств демонстрирует, что формальное сближение национальных механизмов обеспечения качества не обязательно свидетельствует об одинаковой глубине институциональных преобразований. Следовательно, оценка интеграционного потенциала должна учитывать не только наличие сходных стандартов и процедур, но и особенности их практического применения.

Важное теоретическое значение имеет исследование M. Szabó и C. Tück (2018), посвящённое взаимосвязи обеспечения качества, доверия и прозрачности в Европейском пространстве высшего образования [2]. Авторы рассматривают общие стандарты обеспечения качества, сопоставимую структуру квалификаций и доступность информации о результатах внешней оценки как взаимосвязанные инструменты укрепления доверия между национальными образовательными системами. При этом они подчёркивают, что различия в реализации согласованных обязательств могут ограничивать развитие взаимного доверия даже при наличии общей нормативной основы.

Данный подход позволяет рассматривать обеспечение качества не только как инструмент контроля и совершенствования образовательной деятельности, но и как потенциальный механизм межгосударственного взаимодействия. Применение сопоставимых критериев внешней оценки создаёт условия для повышения прозрачности образовательных систем, а доступность и достоверность результатов аккредитации могут способствовать укреплению доверия между университетами и другими участниками образовательного сотрудничества. Однако такое доверие не возникает автоматически вследствие использования общих стандартов и требует институционального подтверждения.

Дополнительную методологическую основу исследования составляет концепция распространения образовательной политики, представленная E. T. Woldegiorgis (2018) на примере влияния Болонского процесса на регионализацию высшего образования в Африке [3]. Автор разграничивает перенос образовательных политик их распространение и адаптацию, обращая внимание на значение национального контекста при заимствовании международных моделей. Рассмотренный опыт показывает, что использование общих подходов к обеспечению качества может содействовать региональному сближению, однако эффективность таких процессов зависит от институциональных возможностей стран и степени адаптации международных инструментов к местным условиям.

Для стран Центральной Азии данное положение имеет особую актуальность. Несмотря на общее историческое наследие национальных систем высшего образования, государства региона развивали собственные механизмы регулирования, оценки качества и международного сотрудничества. Поэтому перспективы образовательной интеграции целесообразно рассматривать не как результат механического переноса единой модели аккредитации, а как процесс постепенного формирования сопоставимых подходов и устойчивых форм межгосударственного взаимодействия.

Региональная специфика развития механизмов оценки качества отражена в исследовании M. C. Merrill, S. Yakubova и Z. Turlanbekova (2011) [4]. Авторы анализируют международные подходы к оценке качества высшего образования в государствах Центральной Азии и выявляют существенную неравномерность их распространения. По состоянию на начало 2010-х годов Казахстан и Кыргызстан характеризовались более активным использованием международных инструментов оценки качества, тогда как в других странах региона развитие подобных практик сталкивалось с дополнительными политическими и экономическими ограничениями.

Важным результатом данного исследования является указание на то, что развитие международных механизмов оценки качества определяется не только потребностями

образовательных организаций, но и готовностью национальных систем к внешней оценке, институциональной открытости и международному сотрудничеству. Вместе с тем, учитывая исторический характер исследования, его выводы следует использовать для характеристики исходных условий развития систем обеспечения качества, а не в качестве оценки их современного состояния.

Обобщение рассмотренных теоретических подходов позволяет предложить аналитическую интерпретацию обеспечения качества высшего образования как потенциального механизма образовательной интеграции. В рамках настоящего исследования предполагается, что интеграционный потенциал формируется посредством взаимосвязанных процессов: сближения методологических подходов к оценке качества, повышения сопоставимости и прозрачности результатов внешней оценки, развития институционального доверия и расширения возможностей межгосударственного образовательного сотрудничества.

При этом необходимо разграничивать гармонизацию механизмов обеспечения качества и непосредственные результаты образовательной интеграции. Наличие сходных стандартов или международной аккредитации само по себе не обеспечивает автоматического признания квалификаций, реализации совместных программ или академической мобильности. Такие результаты зависят от дополнительных нормативных, организационных и межгосударственных условий.

Эмпирическую основу исследования составляет сравнительный анализ систем обеспечения качества высшего образования Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и Таджикистана. Выбор указанных стран обусловлен исследовательской задачей сопоставления национальных механизмов обеспечения качества и документированных подходов к международной аккредитации. Туркменистан не включён в основную сравнительную выборку ввиду ограниченности доступных сопоставимых данных, что рассматривается как ограничение исследования.

Методологический подход предусматривает сравнительный институциональный анализ национальных систем обеспечения качества, документальный анализ нормативных и аналитических материалов, а также изучение методологических оснований трансграничной аккредитации на примере Независимого агентства аккредитации и рейтинга. Последнее рассматривается не как единственный механизм региональной интеграции, а как пример разработки сопоставимых подходов к внешней оценке качества для различных национальных образовательных условий.

В качестве основных критериев сравнительного анализа используются наличие национальных механизмов внешней оценки, их функциональное назначение, содержание аккредитационных стандартов, применение международных методологических ориентиров, требования к прозрачности образовательной деятельности и предусмотренные документами возможности профессионального взаимодействия. Интеграционный потенциал оценивается через способность выявленных механизмов создавать условия для согласования образовательных требований, поддержки межуниверситетского сотрудничества и формирования доверия. Такой подход позволяет разграничить документально подтверждённые характеристики существующих систем и перспективные направления их регионального применения.

Таким образом, теоретико-методологическая основа исследования объединяет концепции институционального сближения, распространения образовательных политик и формирования доверия посредством обеспечения качества. Их применение позволяет перейти от описания национальных систем аккредитации к анализу условий, при которых существующие механизмы обеспечения качества способны создавать предпосылки для образовательной интеграции стран Центральной Азии.

3. Результаты

Сравнительный анализ нормативных и методологических основ обеспечения качества высшего образования Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и Таджикистана позволил выявить общие институциональные характеристики, представляющие значение для развития региональной образовательной интеграции. Во всех рассматриваемых государствах действуют национальные механизмы оценки качества образовательной деятельности, предусматривающие установление требований к образовательным организациям и программам, проведение внешней оценки и использование её результатов в рамках национального регулирования высшего образования [5-8]. Наличие данных механизмов формирует институциональную основу для развития сотрудничества, поскольку обеспечение качества выступает общей сферой деятельности государственных органов, университетов и организаций внешней оценки.

Объединяющей характеристикой национальных систем является направленность механизмов обеспечения качества на оценку образовательных программ, условий их реализации и соответствия установленным требованиям. Эта функциональная общность позволяет определить предметные области регионального взаимодействия, включающие совершенствование внутреннего обеспечения качества, развитие внешней экспертизы, согласование подходов к оценке образовательных программ и повышение прозрачности образовательной деятельности. Следовательно, интеграционные возможности связаны не только с созданием новых межгосударственных институтов, но и с использованием уже существующих функций обеспечения качества в межуниверситетском сотрудничестве.

В Казахстане и Кыргызстане нормативно предусмотрена деятельность признанных аккредитационных организаций, включая возможность участия зарубежных субъектов внешней оценки [5-6]. В Узбекистане реформы 2025 года предусматривают развитие национальных механизмов обеспечения качества с учётом международных стандартов и зарубежного опыта, а также регулируют деятельность международных и негосударственных аккредитационных организаций [7]. В Таджикистане оценка качества высшего образования осуществляется в рамках национального регулирования образовательной деятельности [8]. Несмотря на особенности организации соответствующих процедур, рассмотренные положения подтверждают наличие действующих институциональных механизмов обеспечения качества во всех четырёх странах. Это позволяет рассматривать данную сферу как общее направление регионального образовательного сотрудничества.

Наиболее подробно документально подтверждённые предпосылки методологического сближения прослеживаются при сопоставлении стандартов Независимого агентства аккредитации и рейтинга. Анализ документов, разработанных для институциональной и программной аккредитации в Казахстане и Кыргызстане, а также для международной аккредитации зарубежных образовательных организаций, выявил наличие сопоставимых подходов к оценке основных характеристик образовательной деятельности.

Рассмотренные стандарты предусматривают оценку управления образовательными программами, определения и достижения результатов обучения, студентоцентрированного обучения, кадрового и ресурсного обеспечения, внутреннего мониторинга, информирования заинтересованных сторон и публичности сведений об образовательной деятельности. Их методологические ориентиры соотносятся со Стандартами и рекомендациями по обеспечению качества в Европейском пространстве высшего образования (ESG 2015), устанавливающими принципы внутреннего и внешнего обеспечения качества, участия заинтересованных сторон и прозрачности оценочных процедур [9].

Сопоставимость указанных критериев представляет значение для образовательной интеграции, поскольку создаёт общую профессиональную основу для обсуждения качества образовательных программ между университетами, действующими в различных национальных системах. Использование близких категорий оценки позволяет соотносить подходы к формулированию результатов обучения, организации образовательного процесса, обеспечению ресурсами и внутреннему мониторингу. В результате возникают методологические предпосылки для согласования требований к образовательной деятельности, осуществляемой в сотрудничестве с зарубежными партнёрами.

Показательным результатом анализа является возможность применения общей методологической основы при сохранении стандартов, адаптированных к национальным образовательным условиям. Следовательно, сближение подходов к обеспечению качества может развиваться посредством согласованного использования оценочных критериев без обязательной унификации национального законодательства или создания единой региональной системы аккредитации.

Помимо методологической сопоставимости, интеграционный потенциал связан с возможностями профессионального взаимодействия в сфере внешнего обеспечения качества. Международно ориентированные стандарты предусматривают проведение самооценки образовательных организаций, внешний экспертный анализ, участие представителей академического сообщества, работодателей и обучающихся, а также привлечение международных экспертов. Эти элементы создают организационные условия для обмена оценочными подходами, распространения профессиональных практик и формирования общего опыта применения критериев качества.

Значение такого взаимодействия заключается в возможности согласования профессиональных представлений о требованиях к образовательной деятельности. Участие специалистов в трансграничных процедурах внешней оценки может содействовать обмену экспертным опытом и развитию контактов между участниками различных образовательных систем. В перспективе соответствующие практики могут использоваться для организации совместных экспертных мероприятий и расширения сотрудничества университетов и организаций обеспечения качества стран Центральной Азии.

Другим существенным основанием интеграционного взаимодействия выступает информационная прозрачность. Рассмотренные стандарты внешней оценки предусматривают требования к доступности информации об образовательных программах, внутренним механизмам мониторинга, участию заинтересованных сторон и опубликованию результатов оценочных процедур [9]. В условиях межуниверситетского сотрудничества подобные инструменты могут использоваться для получения сведений о качестве образовательной деятельности потенциальных партнёров и согласования требований к совместным образовательным инициативам.

Интеграционная функция прозрачности заключается прежде всего в снижении информационной неопределённости, возникающей при взаимодействии университетов разных стран. Понятные критерии оценки и доступные результаты внешней экспертизы позволяют участникам сотрудничества соотносить образовательные требования и получать информацию об условиях реализации программ. Последовательное использование таких инструментов может создавать предпосылки для укрепления институционального доверия, необходимого для устойчивого образовательного партнёрства.

В дальнейшем развитие доверия может стать основанием для более формализованного сотрудничества организаций обеспечения качества, включая согласованное использование результатов внешней оценки. Международный опыт свидетельствует о возможности развития механизмов взаимного признания аккредитационных решений на основе сотрудничества соответствующих организаций [10].

Для Центральной Азии данное направление представляет потенциальную возможность институционального развития, однако его реализация требует самостоятельных правовых и организационных решений. При этом признание результатов аккредитации необходимо отличать от признания периодов обучения и образовательных квалификаций, регулируемых отдельными процедурами.

Выявленные институциональные, методологические и информационные предпосылки позволяют определить направления использования существующих механизмов обеспечения качества для развития образовательной интеграции Центральной Азии.

Первое направление связано с совместными образовательными программами. Их разработка и реализация предполагают согласование результатов обучения, содержания и организации образовательного процесса, распределения ответственности между университетами-партнёрами и процедур внутреннего мониторинга. Сопоставимые критерии обеспечения качества могут использоваться как методологическая основа такого согласования. В данном случае интеграционная функция обеспечения качества состоит в предоставлении общих инструментов для проектирования, реализации и оценки совместной образовательной деятельности.

Второе направление относится к академической мобильности. Требования к прозрачности образовательных программ, характеристикам результатов обучения и внутренним механизмам обеспечения качества могут способствовать повышению информированности университетов о зарубежных партнёрах и согласованию условий академического обмена. Рассмотренные стандарты аккредитации включают также критерии, затрагивающие международное сотрудничество, мобильность и признание результатов обучения. Это позволяет рассматривать обеспечение качества как инструмент информационной и организационной поддержки мобильности, хотя её фактическая реализация зависит от межуниверситетских соглашений и самостоятельных процедур признания результатов обучения.

Третье направление предполагает развитие регионального университетского и экспертного сотрудничества. Использование сопоставимых подходов к внешней оценке, обмен профессиональными практиками и доступность информации о качестве образовательных программ могут содействовать установлению устойчивых контактов между образовательными организациями и специалистами по обеспечению качества. На данной основе возможно развитие совместной экспертной деятельности, профессионального обмена и согласованных подходов к обеспечению качества межуниверситетских инициатив.

Четвёртое направление связано с укреплением институционального доверия. Сопоставимые критерии, прозрачность процедур и доступность результатов оценки формируют информационную основу взаимодействия университетов и организаций обеспечения качества. Накопление опыта сотрудничества может создавать предпосылки для согласованного использования результатов внешней оценки и дальнейшего развития институциональных механизмов регионального взаимодействия.

Систематизация выявленных направлений представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Интеграционный потенциал существующих механизмов обеспечения качества высшего образования стран Центральной Азии

Направление интеграции	Существующая основа обеспечения качества	Возможность регионального применения
Сближение подходов к оценке образовательной деятельности	Общие функции национальных механизмов обеспечения качества; сопоставимые критерии стандартов	Согласование подходов к качеству образовательных программ
Совместные образовательные программы	Критерии оценки результатов обучения, управления программами и внутреннего мониторинга	Использование общих методологических ориентиров при разработке и реализации совместных программ
Академическая мобильность	Требования к прозрачности программ, образовательным результатам и международному сотрудничеству	Информационное обеспечение партнёрства и согласование условий академического обмена
Региональное профессиональное сотрудничество	Международно ориентированные процедуры внешней оценки и экспертного взаимодействия	Развитие совместной экспертной деятельности и обмена практиками обеспечения качества
Институциональное доверие	Внешняя оценка, сопоставимые критерии и доступность информации о её результатах	Повышение прозрачности межуниверситетского взаимодействия и развитие предпосылок согласованного использования результатов оценки

Источник: составлено на основе сравнительного анализа нормативных документов и стандартов обеспечения качества.

Проведённая систематизация позволяет выделить три взаимосвязанные функции обеспечения качества в процессе образовательной интеграции. Методологическая функция заключается в формировании сопоставимых подходов к оценке образовательной деятельности. Координационная функция связана с возможностью согласования требований к совместным образовательным инициативам. Информационная функция проявляется в повышении прозрачности внешней оценки и формировании условий институционального доверия. Эти функции взаимодополняют друг друга и позволяют объяснить, каким образом инструменты, первоначально предназначенные для обеспечения качества в национальных системах, могут использоваться в региональном образовательном сотрудничестве.

Таким образом, сравнительный анализ выявил наличие общих институциональных оснований обеспечения качества высшего образования в четырёх рассматриваемых странах и документально подтверждённых примеров методологической сопоставимости аккредитационных стандартов. Международно ориентированные процедуры внешней оценки дополняют данную основу возможностями профессионального взаимодействия, а требования к информационной прозрачности создают условия для более обоснованного межуниверситетского сотрудничества. Совокупность этих элементов позволяет рассматривать обеспечение качества как один из механизмов формирования предпосылок образовательной интеграции Центральной Азии, интеграционный потенциал которого

определяется возможностью согласованного использования существующих инструментов для решения конкретных задач регионального сотрудничества.

4. Обсуждение

Полученные результаты позволяют уточнить роль обеспечения качества высшего образования в развитии образовательной интеграции стран Центральной Азии. Проведённый анализ показывает, что формирование интеграционных предпосылок не обязательно связано с предварительным созданием единых наднациональных механизмов регулирования. Существенное значение могут иметь уже существующие национальные инструменты обеспечения качества, если их методологические и информационные возможности используются для согласования образовательной деятельности и развития устойчивых связей между университетами. Следовательно, центральный вопрос заключается не столько в степени организационного сходства национальных систем аккредитации, сколько в условиях преобразования их общих функций в инструменты регионального сотрудничества.

Данная интерпретация согласуется с концептуальным подходом J. Knight [11], рассматривающей регионализацию высшего образования как многоуровневый процесс, включающий академическую мобильность, совместные образовательные инициативы, межуниверситетские связи и институциональные механизмы взаимодействия. Применительно к Центральной Азии результаты настоящего исследования позволяют конкретизировать роль обеспечения качества в данном процессе. Оно выступает связующим инструментом между национальными механизмами регулирования образовательной деятельности и возможностями её трансграничной организации, предоставляя участникам сотрудничества сопоставимые критерии оценки, информацию о качестве программ и методологические ориентиры для согласования совместной деятельности.

Существенным результатом является установление возможности методологического сближения без обязательной унификации национальных систем аккредитации. Сопоставление стандартов НААР, разработанных для Казахстана, Кыргызстана и международной аккредитации, показало, что общие принципы оценки качества могут применяться в различных национальных образовательных условиях. В интеграционном отношении значение такой совместимости состоит в формировании общего профессионального языка, необходимого для обсуждения результатов обучения, организации образовательного процесса и требований к качеству совместных программ. Тем самым методологическая сопоставимость приобретает значение ресурса взаимодействия, а не только характеристики аккредитационных документов.

Это положение соотносится с выводами L. Bischof [1] о взаимодействии процессов институционального сближения и национальных траекторий развития систем обеспечения качества. Исследование S. A. B. Ali и соавторов [12] также указывает на необходимость различать сходство стандартов и их содержательную эквивалентность. Полученные результаты позволяют дополнить эти положения интеграционным измерением: использование сопоставимых оценочных категорий может создавать условия для сотрудничества даже при сохранении самостоятельных национальных механизмов регулирования. При этом практическая значимость методологической совместимости определяется тем, насколько соответствующие критерии действительно используются университетами для согласования совместной образовательной деятельности.

Данный вывод согласуется с исследованием R. Y. Chao [13], в котором регионализация высшего образования рассматривается во взаимосвязи с формированием устойчивых институциональных механизмов сотрудничества. Применительно к Центральной Азии это означает, что международная ориентация национальных систем

обеспечения качества не должна отождествляться с достигнутой региональной интеграцией. Общие стандарты и профессиональные практики приобретают интеграционное значение тогда, когда становятся инструментами внутрирегионального взаимодействия. Следовательно, развитие образовательной интеграции предполагает не только наличие сопоставимых подходов, но и их включение в практику сотрудничества университетов.

Особенно значимым направлением такого использования представляется обеспечение качества совместных образовательных программ. Их реализация требует согласования результатов обучения, содержания образовательной деятельности, распределения ответственности между университетами и механизмов внутреннего мониторинга. В отличие от отдельных форм академической мобильности, совместные программы предполагают устойчивую координацию образовательных процессов нескольких организаций. Поэтому сопоставимые критерии качества могут выполнять здесь непосредственно координационную функцию, предоставляя партнёрам общую основу для определения требований к программе и оценки условий её реализации.

Данный вывод соотносится с исследованием F. Trifiro [14], посвящённым сотрудничеству организаций обеспечения качества в трансграничном образовании. Рассматриваемый автором опыт подчёркивает значение согласования подходов к оценке и распределения ответственности между участниками трансграничной образовательной деятельности. Для Центральной Азии это позволяет определить перспективное направление использования существующих механизмов обеспечения качества: поддержку совместных программ посредством согласования критериев и процедур оценки без необходимости замещения национальных требований единым региональным регулированием. Вместе с тем такое направление пока следует рассматривать как возможность институционального развития, а не как подтверждение существования региональных процедур совместной аккредитации.

В отношении академической мобильности обеспечение качества выполняет преимущественно информационную функцию. Доступность сведений об образовательных программах, прозрачность критериев внешней оценки и понятность ожидаемых результатов обучения могут снижать неопределённость при выборе университетов-партнёров и согласовании условий академического обмена. Однако аккредитация не заменяет межуниверситетских соглашений и процедур признания периодов обучения. Следовательно, интеграционный потенциал обеспечения качества в данном направлении проявляется в создании более благоприятных условий для мобильности, а не в непосредственном обеспечении её результатов.

Важное значение имеет взаимосвязь прозрачности обеспечения качества и институционального доверия. В исследовании M. Szabó и C. Tück [2] общие стандарты и доступность информации рассматриваются как инструменты укрепления доверия между образовательными системами. Систематический обзор N. Carvalho, M. J. Rosa и A. Amaral [15] также подчёркивает значение сотрудничества и взаимного доверия для обеспечения качества трансграничного высшего образования. Результаты настоящего исследования позволяют конкретизировать механизм формирования такого доверия: сопоставимые критерии и доступные результаты внешней оценки создают информационные условия для понимания качества образовательной деятельности партнёров, тогда как устойчивое доверие предполагает последовательность применения оценочных процедур и накопление положительного опыта взаимодействия.

Следовательно, институциональное доверие не является автоматическим следствием международной аккредитации. Оно формируется в процессе сотрудничества, в котором участники получают возможность оценивать надёжность применяемых критериев, компетентность экспертных процедур и предсказуемость принимаемых решений. Для

Центральной Азии данное положение особенно важно, поскольку позволяет рассматривать обеспечение качества как инструмент постепенного укрепления межуниверситетских связей на основе профессионального взаимодействия и информационной открытости.

Более формализованным направлением такого сотрудничества может стать согласованное использование результатов внешней оценки. Исследование A. Y.-C. Hou [10], посвящённое взаимному признанию аккредитационных решений в различных регионах, демонстрирует значение межагентского взаимодействия для развития соответствующих механизмов. Международный опыт представляет интерес для Центральной Азии как возможный ориентир дальнейшей институционализации сотрудничества. Однако переход к взаимному признанию требует не только сопоставимых стандартов, но и согласованных процедур, правовых полномочий и устойчивых отношений между соответствующими организациями.

Сопоставление результатов с исследованиями распространения международных образовательных политик позволяет уточнить ещё одно принципиальное положение. Как показывает E. Balbachevsky [16], внедрение международных моделей обеспечения качества зависит от внутренних институциональных условий и не обязательно сопровождается развитием межгосударственного сотрудничества. Аналогичный методологический вывод следует из исследования E. T. Woldegiorgis [3], рассматривающего распространение и адаптацию образовательных политик в контексте регионализации высшего образования. Применительно к Центральной Азии это означает, что одни и те же механизмы обеспечения качества могут использоваться для решения национальных задач, развития глобальных международных связей либо расширения сотрудничества с университетами соседних государств. Их региональное интеграционное значение определяется фактической направленностью и содержанием взаимодействия.

На этой основе можно предложить разграничение трёх взаимосвязанных измерений интеграционного потенциала обеспечения качества высшего образования. Системное измерение характеризует возможности сближения подходов к оценке образовательной деятельности и формирования общих методологических ориентиров. Межуниверситетское измерение отражает использование этих ориентиров для согласования совместных образовательных программ, поддержки академической мобильности и развития партнёрских отношений. Институциональное измерение связано с профессиональным сотрудничеством, укреплением доверия и возможным развитием согласованных механизмов использования результатов внешней оценки. Данные измерения представляют собой аналитическую модель и не предполагают обязательной последовательности развития.

Предлагаемая модель дополняет выделенные в результатах исследования методологическую, координационную и информационную функции обеспечения качества. Если функции раскрывают способы воздействия соответствующих механизмов на образовательное сотрудничество, то измерения характеризуют уровни, на которых может проявляться их интеграционный потенциал. Методологическая функция прежде всего создаёт основу системной сопоставимости; координационная наиболее непосредственно реализуется в межуниверситетском взаимодействии; информационная связывает прозрачность образовательной деятельности с формированием институционального доверия. При этом указанные функции не ограничиваются одним уровнем и могут проявляться одновременно в различных формах регионального сотрудничества.

В связи с этим дальнейшие исследования целесообразно ориентировать на изучение конкретных внутрирегиональных образовательных инициатив, включая совместные программы, академическую мобильность и профессиональное сотрудничество организаций обеспечения качества. Особое значение имеет анализ того, каким образом университеты

используют результаты внешней оценки при выборе партнёров, согласовании образовательных требований и организации совместной деятельности. Такое исследование позволит перейти от выявления интеграционных предпосылок к оценке фактических механизмов их реализации.

5. Заключение

Проведённое исследование показало, что существующие механизмы обеспечения качества высшего образования Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и Таджикистана обладают потенциалом для развития региональной образовательной интеграции. Его основу составляют общность функций национальных систем обеспечения качества, сопоставимость отдельных методологических подходов к внешней оценке и возможности профессионального взаимодействия между участниками образовательного сотрудничества.

Установлено, что интеграционное значение обеспечения качества заключается прежде всего в создании условий для согласования требований к совместным образовательным программам, информационной поддержки академической мобильности и укрепления институционального доверия между университетами. При этом развитие сотрудничества не требует обязательной унификации национальных систем аккредитации, а может опираться на согласованное использование существующих критериев и процедур оценки качества.

Вместе с тем наличие общих методологических ориентиров само по себе не свидетельствует о достигнутой образовательной интеграции. Реализация выявленного потенциала зависит от развития устойчивых межуниверситетских связей, профессионального сотрудничества и соответствующих организационно-правовых механизмов.

Таким образом, обеспечение качества высшего образования может выступать одним из практических механизмов образовательной интеграции стран Центральной Азии, обеспечивая методологическую, координационную и информационную основу для дальнейшего регионального сотрудничества.

6. Информация о финансировании. Настоящее исследование профинансировано Комитетом по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (проект ИРН AP26198511 «Интеграционный потенциал креативных индустрий Центральноазиатского региона: разработка методологии оценки и механизмов реализации») в рамках грантового финансирования (ГФ) по научным и (или) научно-техническим проектам на 2025–2027 годы.

7. Список литературы

13. Bischof L. Effects of the Bologna Process on Quality Assurance Regimes in the Post-Soviet Space: Isomorphism and Path Dependencies in Moldova, Russia, and Kazakhstan // European Higher Education Area: The Impact of Past and Future Policies / ed. by A. Curaj, L. Deca, R. Pricopie. Springer, 2018. P. 77–94. DOI: 10.1007/978-3-319-77407-7_6.

14. Szabó M., Tück C. Fostering Trust and Transparency Through Quality Assurance // European Higher Education Area: The Impact of Past and Future Policies / ed. by A. Curaj, L. Deca, R. Pricopie. Springer, 2018. P. 569–590. DOI: 10.1007/978-3-319-77407-7_34.

15. Woldegiorgis E. T. Policy Travel in Regionalisation of Higher Education: The Case of Bologna Process in Africa // European Higher Education Area: The Impact of Past and Future Policies / ed. by A. Curaj, L. Deca, R. Pricopie. Springer, 2018. P. 43–60. DOI: 10.1007/978-3-319-77407-7_4.

16. Merrill M. C., Yakubova S., Turlanbekova Z. Internationalizing Quality Assessment in Central Asia // International Higher Education. 2011. No. 64. P. 22–24.

17. Республика Казахстан. Об образовании: Закон Республики Казахстан от 27 июля 2007 года № 319-III (с изменениями и дополнениями).

18. Кыргызская Республика. Об образовании: Закон Кыргызской Республики от 11 августа 2023 года № 179.

19. Республика Узбекистан. О дополнительных мерах по обеспечению качества образования и совершенствованию системы оказания образовательных услуг: Указ Президента Республики Узбекистан от 5 мая 2025 года № УП-76.

20. Республика Таджикистан. О высшем и послевузовском профессиональном образовании: Закон Республики Таджикистан от 19 мая 2009 года № 531.

21. ENQA, ESU, EUA, EURASHE. Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG). Brussels, 2015. URL: https://www.enqa.eu/wp-content/uploads/2015/11/ESG_2015.pdf

22. Hou A. Y.-C. Mutual Recognition of Quality Assurance Decisions on Higher Education Institutions in Three Regions: A Lesson for Asia // Higher Education. 2012. Vol. 64, No. 6. P. 911–926. DOI: 10.1007/s10734-012-9536-1.

23. Knight J. A Conceptual Framework for the Regionalization of Higher Education: Application to Asia // Higher Education Regionalization in Asia Pacific: Implications for Governance, Citizenship and University Transformation / ed. by J. N. Hawkins, K. H. Mok, D. E. Neubauer. New York: Palgrave Macmillan, 2012. P. 17–35.

24. Ali S. A. B., Ahmad M. N., Zakaria N. H., Arbab A. M., Badr K. B. A. Assessing Quality of Academic Programmes: Comparing Different Sets of Standards // Quality Assurance in Education. 2018. Vol. 26, No. 3.

25. Chao R. Y. Jr. Pathways to an East Asian Higher Education Area: A Comparative Analysis of East Asian and European Regionalization Processes // Higher Education. 2014. Vol. 68, No. 4. P. 559–575.

26. Trifiro F. Inter-Agency Cooperation in the Quality Assurance of Transnational Education: Challenges and Opportunities // Quality in Higher Education. 2018. Vol. 24, No. 2. P. 136–153. DOI: 10.1080/13538322.2018.1481805.

27. Carvalho N., Rosa M. J., Amaral A. Cross-Border Higher Education and Quality Assurance: Results from a Systematic Literature Review // Journal of Studies in International Education. 2023. Vol. 27, No. 5. P. 695–718. DOI: 10.1177/10283153221076900.

28. Balbachevsky E. The Diffusion of Policies for Quality Assurance in Latin America: International Trends and Domestic Conditions // Higher Education in Latin America and the Challenges of the 21st Century. 2020.

ФИЗИКА ПӘНІНДЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІҢ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ТАНЫМДЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІНДЕ АЛАТЫН ОРНЫ

С. Нуркасымова
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
А. Аннасова
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада физика пәнінде жасанды интеллект (ЖИ) құралдарын пайдаланудың оқушылардың танымдық белсенділігін арттырудағы орны теориялық-әдістемелік тұрғыдан талданады. Зерттеудің мақсаты – ЖИ мүмкіндіктерінің танымдық белсенділікке әсер ету тетіктерін анықтау және оларды физика сабағында жауапты пайдалану шарттарын негіздеу. Мақалада танымдық белсенділіктің педагогикалық-психологиялық мәні, физикаға қызығушылықты қалыптастыру ерекшеліктері, ЖИ-дің дидактикалық мүмкіндіктері, оқытуды даралау және кері байланыс ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Жұмыстың практикалық маңызы – ЖИ-ді физика сабағында танымдық әрекетті күшейтуге бағыттау үшін мұғалімге арналған әдістемелік бағдар беру. Мақалада ЖИ-дің артықшылықтары мен шектеулері қатар қарастырылып, оны физика сабағында жауапты пайдалану шарттары ұсынылады. Зерттеу теориялық-әдістемелік талдау түрінде жазылған, сондықтан ұсынылған тұжырымдар эмпирикалық дәлелдеуді қажет етеді.

Түйін сөздер: жасанды интеллект, танымдық белсенділік, физика пәні, дербестендіру, кері байланыс, оқыту әдістемесі.

Физика – табиғат құбылыстарының заңдылықтарын зерттейтін пән, сондықтан оны меңгеру оқушыдан ұғымдарды жадында сақтаудан гөрі оларды модельдеуді, болжам жасауды және нәтижені талдауды талап етеді. Алайда тәжірибе көрсеткендей, негізгі мектеп оқушыларының физикаға деген қызығушылығы оқу жылдары бойы төмендейді, ал абстрактілі формулалармен жұмыс істеу көпшілік үшін қиындық туғызады. Бұл мәселе оқушының танымдық белсенділігін арттыру қажеттілігін тікелей көрсетеді.

Танымдық белсенділікті арттыру мәселесі тек физика пәнімен шектелмейді. OECD-тің PISA-2022 нәтижелерін талдау Қазақстан оқушыларының жаратылыстану-ғылыми сауаттылық деңгейінің OECD орташа көрсеткішінен төмен екенін, сонымен қатар ғылыми білімді өмірлік жағдаяттарда қолдану дағдысының әлсіз екенін көрсетті [1]. Бұл нәтиже оқыту процесінің мазмұнын ғана емес, оқушының өзі белсенді әрекет ететін оқыту тәсілдерін де қайта қарау қажеттігін аңғартады.

Цифрлық білім беру ортасының дамуы оқытуды ұйымдастырудың жаңа мүмкіндіктерін ашты. Интерактивті симуляциялар, виртуалды зертханалар және жасанды интеллектке негізделген оқыту құралдары оқушыға тәжірибе жасауға, нәтижені дереу көруге және өз қадамын бақылауға жағдай жасайды. Соңғы жылдары физика білім беруіндегі ЖИ-ді қолдану мәселесі кең талданып, мұндай құралдардың мазмұндық қамту, іске асыру модельдері және оқу нәтижесіне әсері бойынша жүйелі шолулар жарияланды [2]. Алайда бұл зерттеулерде ЖИ-дің тиімділігі көбіне жағдайға, пәндік мазмұнға және мұғалім

қолдауына байланысты екені атап өтіледі, сондықтан оның әсерін абсолютті дәлелденген факт ретінде қабылдау дұрыс емес.

Жасанды интеллекттің білім берудегі маңыздылығы оның дербестендіру мүмкіндігінде. ЮНЕСКО-ның жасанды интеллект және білім беру саласындағы ұстанымдық құжаты ЖИ-ді оқыту процесін адамның басқаруында ұстап, оқушының дербестігі мен мұғалімнің рөлін сақтау қажеттігін негізгі принцип ретінде ұсынады [3]. Осылайша ЖИ-дің мәселесі оның техникалық мүмкіндігінде ғана емес, оны педагогикалық мақсатқа сай қолдану шартында жатыр.

Осы жағдайларға сүйене отырып, мақаланың мақсаты физика сабағында жасанды интеллект құралдарының оқушылардың танымдық белсенділігін арттырудағы орнын теориялық тұрғыдан түсіндіру және оны практикада қолданудың педагогикалық шарттарын анықтау болып табылады. Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

1. Танымдық белсенділік ұғымының педагогикалық-психологиялық мәнін айқындау;
2. Физика сабағында танымдық қызығушылық пен белсенділікті қалыптастыру ерекшеліктерін талдау;
3. ЖИ-дің дидактикалық мүмкіндіктерін және оларды физика сабағында қолдану тәсілдерін сипаттау;
4. ЖИ-дің артықшылықтары мен шектеулерін салыстыру және жауапты пайдалану шарттарын ұсыну.

Танымдық белсенділік – оқушының білімді игеруге бағытталған ішкі ынтасы мен соған сәйкес ой-әрекетінің қарқындылығы. Педагогикалық әдебиетте бұл ұғым көбіне оқушының сұрақ қоюымен, талдау жасауымен, салыстыруымен және қорытынды шығаруымен сипатталады. Осы тұрғыдан алғанда белсенділік тек сыртқы қимыл емес, мазмұнға терең бойлаудың психологиялық көрінісі.



1-сурет – Оқушылардың танымдық белсенділігінің деңгейлері және олардың физика сабағындағы көрінісі

Танымдық белсенділіктің деңгейі әдетте репродуктивті, іздестіруші және шығармашылық сатыларға бөлінеді. Репродуктивті деңгейде оқушы берілген ережені қайталайды, іздестіруші деңгейде ол проблеманы өз бетінше талдап, шешім жолын таңдайды, ал шығармашылық деңгейде жаңа тәсіл немесе гипотеза ұсынады. Физика пәнінде бұл сатылар тәжірибе жүргізу, өлшеу нәтижесін талдау және модель құру

әрекеттерінде айқын байқалады. Демек, мұғалімнің міндеті – оқушыны репродуктивті деңгейден іздестіруші деңгейге көтеретін тапсырмалар ұйымдастыру.

Танымдық белсенділікті қалыптастыру мәселесі Л.С. Выготскийдің жақын даму аймағы тұжырымдамасымен тығыз байланысты [4]: оқушы мұғалімнің немесе құралдың көмегімен өзі шеше алатын деңгейден жоғары мәселені шеше алады. Жасанды интеллект құралдары дәл осы аралықта көмекші рөл атқара алады, бірақ олардың көмегі оқушының өзіндік ойлауын ауыстырмай, оны жандандыруы тиіс.

Физика пәнінің танымдық белсенділікті қалыптастырудағы ерекшелігі – оның үш деңгейдің ұштасуында жатыр: құбылыс деңгейі (тәжірибеде байқалатын нәрсе), ұғым деңгейі (физикалық шама мен заң) және математикалық модель деңгейі (формула мен теңдеу). Оқушы осы деңгейлер арасында ауысуды меңгермейінше, физиканы формальды түрде ғана біледі. Бұл құбылыстың мәнін түсінбей, формуланы механикалық қолдануға әкеледі.

Физикаға қызығушылықтың төмендеуі көптеген зерттеулерде қайталанатын құбылыс болып саналады. Оның себептері ретінде абстрактілі материал, тәжірибелік жұмыстың жеткіліксіздігі және оқушының өз ойын еркін білдіре алмауы көрсетіледі. Мұндай жағдайда танымдық қызығушылықты арттыру үшін оқу материалын оқушының өмірлік тәжірибесімен байланыстыру, проблемалық жағдаят ұсыну және нәтижені өз бетінше тексеру мүмкіндігін беру маңызды. Жаратылыстану-ғылыми сауаттылықты дамытуға бағытталған зерттеулер [5] мазмұнның контекстілігі мен іздестіруші тәсілдің оқушының физикаға деген қатынасын жақсартатынын көрсетеді.

Осы тұрғыдан алғанда физика сабағында танымдық белсенділікті қалыптастырудың негізгі шарты – оқушыға болжам жасауға, қатені талдауға және өз пікірін дәлелдеуге мүмкіндік беретін ортаны ұйымдастыру. Егер сабақ тек дайын білімді беруге құрылса, белсенділік сыртқы түрде ғана көрінеді. Университет деңгейіндегі физикада жобалық оқытудың когнитивтік дағдыларға оң әсерін көрсететін соңғы зерттеу бұл қорытындыны жалпы түрде қолдайды [6].

Жасанды интеллект құралдарының дидактикалық мүмкіндіктері үш бағытта қарастырылады: мазмұнды ұсыну, оқушымен өзара қарым-қатынаста болу және оқу нәтижесін бағалау. Мазмұнды ұсыну бағытында ЖИ түсіндірмені оқушының сұрауына сай бейімдеп бере алады. Өзара әрекеттесу бағытында ол диалог түрінде сұрақ қойып, оқушының ойын бағыттайды. Бағалау бағытында ол жауапты талдап, қатенің түрін көрсетуі мүмкін.

Физика бойынша физикалық есептерді ЖИ арқылы талдау бірнеше тапсырма түрлерін қамтиды: есеп шартын ұғымдық тұрғыдан түсіндіру, шешімнің жалпы жоспарын ұсыну, аралық қадамдарды тексеру. Бірақ бұл мүмкіндіктердің әрқайсысы қосымша қауіпті де туғызады. ЖИ қате немесе физикалық тұрғыдан негізсіз жауап беруі мүмкін, сондықтан оның ұсынысы әрдайым мұғалім немесе тәжірибе нәтижесімен салыстырылуы тиіс. Жасанды интеллектті пайдаланудағы осы тексеру қажеттілігі физиканың табиғатына тікелей байланысты: физикалық жауап тәжірибемен, өлшеммен және бірлікпен сәйкес келуі керек.

Сонымен бірге ЖИ-дің дидактикалық әлеуеті оқушының өзін-өзі бақылау дағдысын дамыту мүмкіндігінде. Оқушы ЖИ берген жауапты өз шешімімен салыстырып, айырмашылықтың себебін іздей алса, ол метатанымдық әрекетке қатысады. Бұл құбылыс физика бойынша өзіндік білім алуға негіз болады.

ChatGPT, Gemini және PhET құралдарының физика сабағындағы қолданылуы

Физика сабағында қолданылатын құралдарды екі түрге бөлу дұрыс:

1. Жасанды интеллект жүйелері (ChatGPT, Gemini)
2. Интерактивті симуляциялық платформалар (PhET).

PhET – Колорадо университетінде әзірленген ашық интерактивті симуляциялар жиынтығы [7], ол жасанды интеллектті пайдаланбайды, параметрлерді өзгерту арқылы құбылысты зерттеуге мүмкіндік береді. ChatGPT және Gemini – табиғи тілде жауап беретін генеративті ЖИ жүйелері, олар мәтін, есеп шешімі және түсіндірме ұсынады. Бұл екі түрдің педагогикалық рөлі әртүрлі, сондықтан оларды бір категорияға жатқызу әдістемелік қате болар еді.

PhET симуляциясы оқушыға тікелей эксперимент жасау мүмкіндігін береді: мысалы, электр тізбегіндегі кернеу мен токтың өзгерісін бақылау. Оқушы параметрді өзгертіп, нәтижені дереу көреді, бұл болжам жасау мен тексеру циклін қамтамасыз етеді. Ал ChatGPT немесе Gemini құралы ұғымдарды түсіндіруге, есеп шешімінің жоспарын талқылауға немесе оқушының өз жауабына кері байланыс беруге қолайлы. Екі құралды біріктіру, яғни алдымен симуляцияда байқау, содан кейін ЖИ көмегімен түсіндіру, танымдық белсенділікті арттырудың тиімді тәсілі бола алады.

Даралау – оқушының дайындық деңгейіне, қызығушылығына және қарқынына сай оқу траекториясын таңдау. Дәстүрлі сыныпта мұғалім барлық оқушыға бірдей қарқынмен жұмыс істеуге мәжбүр болады, ал ЖИ құралдары әр оқушыға жеке тапсырма немесе қосымша түсіндірме ұсынуға мүмкіндік береді. Бұл мүмкіндік әсіресе әлсіз оқушыға көмек көрсетуде және күшті оқушыны қосымша тапсырмамен қамтуда маңызды.

Кері байланыс – оқыту процесінің негізгі буыны. Жасанды интеллект жүйесі оқушының жауабына дереу кері байланыс беруі мүмкін, бұл уақыт тиімділігін арттырады. Алайда кері байланыстың сапасы оның мазмұнына байланысты: тек дұрыс немесе бұрыс деген баға оқушыны ойлауға итермелемейді. Сондықтан кері байланыс оқушының қатесін түсіндіріп, келесі қадамға бағыт беретін түрде құрылуы тиіс. Мұндай кері байланыс қалыптастырушы бағалаудың негізгі принципіне сай келеді.

Даралау мен кері байланыс бір-бірімен тығыз байланысты. Оқушының қай тұста қиналғанын дәл анықтаған жағдайда ғана ЖИ-дің ұсынған көмегі нақты әрі пайдалы болады. Бұл үшін мұғалім оқушының жұмысын бақылап, ЖИ-ге берілетін сұрақтарды бағыттап отыруы қажет.

ЖИ-дің артықшылығы – оқу материалына қолжетімділікті арттыруы, дербес қарқынды қамтамасыз етуі, симуляция мен түсіндірмені бір ортада біріктіруі және мұғалімнің қайталама жұмысын азайтуы. Бұл факторлар оқушының танымдық белсенділігіне оң әсер ете алады. Алайда халықаралық шолулар ЖИ-дің әсерінің ұзақ мерзімді және тұрақты екенін дәлелдеу үшін көп жылғы эмпирикалық зерттеулер қажет екенін атап өтеді [2].

ЖИ-дің негізгі шектеулері үш бағытта көрінеді. Біріншіден, жауаптың дәлдігі кепілдендірілмейді, сондықтан физикалық қателер оқушыға байқалмай жетуі мүмкін. Екіншіден, оқушы ЖИ-ге тәуелді болып, өз бетінше ойлау әрекетін азайтуы ықтимал. Үшіншіден, мәліметтің құпиялылығы мен ақпараттың дұрыс қолданылуына қатысты этикалық мәселелер бар. ЮНЕСКО ұстанымы бұл мәселелерге назар аудару және оқушының ЖИ-мен қарым-қатынасын мұғалім басқаруы қажеттігін айтады [3].

Жауапты пайдалану үшін мұғалім ЖИ-ді оқу мақсатына қарай таңдап, оның жауабын әрдайым физикалық заңдылықпен және тәжірибе нәтижесімен салыстыруды үйретуі керек. Оқушыға ЖИ-ге сұрақ қоюдың дұрыс тәсілін меңгерту – оның танымдық дағдысын дамытудың маңызды бөлігі.



2-сурет – Физика сабағында жасанды интеллект арқылы оқушылардың танымдық белсенділігін арттыру моделі

Жоғарыда талданған тетіктерді жүйелеу үшін 2-суретте физика сабағында жасанды интеллект арқылы танымдық белсенділікті арттырудың жалпы моделі ұсынылады. Модельдің бірінші буыны – жасанды интеллект құралдары, олар оқытуды даралауға және интерактивті тапсырмаларды ұйымдастыруға негіз береді. Екінші буында оқушы тапсырмаға жеке жауап беріп, өз болжамын, сұрағын және салыстыру нәтижесін қалыптастырады. Осы танымдық әрекеттердің қайталануы үшінші буында белсенділіктің дамуына әкеледі. Бүкіл тізбек мұғалімнің бағыттаушы рөлімен қамтамасыз етіледі: мұғалім құралдың ұсынысын тексеріп, оқушының әрекетін бағыттайды. Модель оқушыны жасанды интеллекттің пассивті тұтынушысы емес, белсенді зерттеушісі ретінде қарастырады.

- Практикалық мысал 1. Ньютонның екінші заңы (7–8 сынып)

Тақырып: массасы бірдей дене әртүрлі күш әсерінен қалай қозғалатынын зерттеу. Мұғалім оқушыға проблемалық сұрақ қояды: «Егер доңғалақты арбаға күш әсер етсе, қозғалыс үдеуі неге тәуелді?» Оқушы алдымен болжам жасайды: күш артқан сайын үдеу артады деген пікірін жазады. Одан кейін PhET симуляциясында күш пен массаны бөлек өзгертіп, үдеудің өзгерісін бақылайды. Нәтижені жазбаға түсіріп, үдеу мен күш арасындағы тәуелділікті графикпен салыстырады.

Осы кезеңде ChatGPT немесе Gemini құралы қолданылады, бірақ оның рөлі жауап беру емес, оқушының өз қорытындысын тексеруге көмектесу болып табылады. Оқушы құралға былай сұрақ қояды: «Менің өлшемімде масса екі есе артқанда үдеу екі есе кемиді. Бұл Ньютонның екінші заңына сай ма?» Құрал жауабын оқушы өз есебімен салыстырып, айырмашылықтың себебін іздейді. Осылайша оқушы болжам жасау, тәжірибе нәтижесін салыстыру және қорытынды шығару әрекеттерін өзі орындайды, ал ЖИ оның ойын бағыттаушы рөлде болады.

- Практикалық мысал 2. Ом заңы және электр тізбегі (8–9 сынып)

Тақырып: кернеу, ток және кедергі арасындағы байланысты зерттеу. Оқушы PhET-тегі тізбек симуляциясында резистордың кедергісін өзгертіп, амперметр мен вольтметр көрсеткіштерін жазады. Сонда ол кернеу тұрақты болғанда токтың кедергіге кері пропорционал екенін өз бетінше анықтайды. Бұл – тәжірибеден ұғымға қарай жүретін іздестіруші әрекет.

Кейін оқушы өз нәтижесін ЖИ құралына түсіндіруді сұрайды, мысалы: «Неліктен резистор көбейгенде ток азаяды?» Құрал түсіндірмесін алған оқушы оны өз бақылауымен

салыстырады. Егер түсіндірме оның нәтижесіне сәйкес келмесе, оқушы қате іздейді: өлшеу дәлдігін, бірлікті немесе тізбек схемасын тексереді. Мұғалім бұл кезеңде тек бағыттаушы рөлде болады: оқушылардың қате түсіндірмелерін талқыға салып, ЖИ жауабын физикалық заңдылықпен салыстыруды ұйымдастырады.

Практикалық мысалдардағы әрекеттер 1-кестеде жүйеленген. Кесте қолдану бағыттарын, оқушының танымдық әрекетін және күтілетін педагогикалық нәтижені байланыстырады; бұл мазмұндық сипаттама, эмпирикалық нәтиже емес.

1-кесте

Жасанды интеллекті қолдану бағыты	Физика сабағындағы қолдану мысалы	Оқушының танымдық әрекеті	Күтілетін педагогикалық нәтиже
Болжам мен гипотеза жасауға көмек (генеративті ЖИ)	Ньютонның екінші заңы: күш пен үдеу арасындағы тәуелділікті алдын ала болжау	Болжам жасау, оны тәжірибемен салыстыру	Болжамды дәлелдеу дағдысының қалыптасуы
Интерактивті симуляция арқылы зерттеу (PhET)	Ом заңы: тізбектегі кернеу, ток және кедергінің өзара байланысы	Параметрді өзгерту, нәтижені бақылау және өлшеу	Құбылысты тәжірибеде зерттеу және қорытынды шығару дағдысы
Есеп шешімін кезеңдік талдау	Механикалық қозғалыс есебі: шартты талдау, сызба салу, формуланы таңдау	Шешім жоспарын құру, аралық қадамды тексеру	Есеп шешуде логикалық ойлау мен өзін-өзі бақылау дағдысының дамуы
Дербестендірілген кері байланыс	Оқушының қате жауабына түсіндірме алу және оны өз жұмысымен салыстыру	Қатені табу, себебін талдау, түзету	Қатені талдау арқылы метатанымдық дағдының дамуы және қалыптастырушы бағалау

Физика сабағында жасанды интеллект құралдарын қолданудың танымдық белсенділікке ықпалы

Жүргізілген талдау жасанды интеллекттің физика сабағындағы танымдық белсенділікті арттырудағы орны оның өзіндік әрекетінде емес, оқыту ұйымдастыруға қалай енгізілгенінде екенін көрсетті. ЖИ дербестендіру, кері байланыс беру және симуляциямен өзара әрекетті ұйымдастыру арқылы оқушының болжам жасау, сұрақ қою, тәжірибе нәтижесін салыстыру және қорытынды шығару әрекеттеріне жағдай жасайды. Осы әрекеттердің қатарлы орындалуы танымдық белсенділіктің іздестіруші деңгейге көтерілуіне негіз болады.

Танымдық белсенділіктің негізгі тетіктері үш элементте көрінеді: оқушының өз болжамын айтуы, оны тәжірибемен немесе ЖИ жауабымен салыстыруы және айырмашылықтың себебін өз бетінше талдауы. Егер бұл тетіктер жүйелі түрде қайталанса, ЖИ-дің көмегі оқушының өзіндік ойлауын ауыстырмайды, керісінше күшейтеді.

Мұғалімнің бағыттаушы рөлі шешуші болып қала береді. Мұғалім ЖИ жауабын тексеруге, оның қателігін талқылауға және оқушыға дұрыс сұрақ қоюды үйретуге жауапты. Осы тұрғыдан алғанда ЖИ мұғалімді алмастырмайды, оның әдістемелік құралына айналады.

Әдістемелік ұсыныстар келесідей:

1. ЖИ-ді сабақтың нақты оқу мақсатына сай таңдау;

2. Оқушыға ЖИ-ге дұрыс сұрақ қоюды және оның жауабын физикалық заңдылықпен тексеруді үйрету;

3. Симуляция мен ЖИ көмегін бірізділікпен біріктіру: алдымен тәжірибе, содан кейін түсіндіру;

4. Кері байланысты тек баға ретінде емес, қатені талдауға бағыттау;

5. ЖИ-ді қолдану нәтижесін эмпирикалық тұрғыдан бағалау үшін алдын ала және кейінгі диагностиканы ұйымдастыру.

Мақалада ұсынылған тұжырымдар теориялық-әдістемелік талдауға негізделген. Танымдық белсенділіктің ЖИ арқылы өсуін сандық түрде дәлелдеу үшін арнайы педагогикалық эксперимент қажет, оның нәтижелері болашақ зерттеудің мазмұны болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. OECD. PISA 2022 Results (Volume I and II) – Country Notes: Kazakhstan. Paris: OECD Publishing, 2023.

2. Artificial intelligence in physics education: A systematic review of content coverage, implementation models, learning impact, and pedagogical challenges. AIMS Press, STEME, 2026.

3. UNESCO. AI and education: guidance for policy-makers. Paris: UNESCO, 2021.

4. Выготский Л.С. Мышление и речь. – М.: Лабиринт, 1999.

5. Singh M., Khan T. et al. Examining the cognitive and affective changes in students through the implementation process of the physics curriculum based on an interdisciplinary context-based learning approach. Social Sciences & Humanities Open, 2024, Vol. 10, Article 101162.

6. Frontiers in Psychology. The impact of project-based learning on university physics education: enhancing cognitive skills and core competencies. 2025.

7. Colorado PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder. Физика симуляциялары.

ФИЗИКА ПӘНІНДЕ ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ РЕСУРСТАРЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

С. Нуркасымова
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
М. Ибайдулла
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада физика пәнін оқытуда цифрлық білім беру ресурстарын қолданудың дидактикалық ерекшеліктері қарастырылады. Цифрлық білім беру ресурстарының негізгі түрлері жіктеліп, олардың физиканы оқытудағы мүмкіндіктері мен шектеулері талданады. Виртуалды зертханалар, интерактивті модельдеу бағдарламалары, цифрлық өлшеу датчиктері және онлайн-тестілеу платформаларын сабақтың әр кезеңінде пайдалану жолдары «Математикалық маятник» тақырыбы мысалында ұсынылады. Физиканың негізгі бөлімдері бойынша цифрлық ресурстарды қолдану мүмкіндіктері сипатталады. Цифрлық білім беру ресурстарын нақты эксперименттің орнына емес, оны толықтыратын құрал ретінде қолдану қажеттігі негізделеді.

Кілт сөздер: физика, цифрлық білім беру ресурстары, виртуалды зертхана, компьютерлік модельдеу, PhET, оқытудың интерактивті әдістері.

Қазіргі білім беру жүйесі цифрлық трансформация кезеңін бастан өткеруде. Қазақстан Республикасында мектепке дейінгі, орта, техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім беруді дамытудың 2023-2029 жылдарға арналған тұжырымдамасында оқу үдерісін цифрландыру, сапалы цифрлық контентке тең қолжетімділікті қамтамасыз ету басым бағыттардың бірі ретінде белгіленген [1]. Бұл талап әсіресе жаратылыстану-математикалық пәндер үшін өзекті, себебі олар абстрактілі ұғымдарды көрнекі түрде көрсетуді және эксперименттік дағдыларды қалыптастыруды қажет етеді.

Физика - табиғат құбылыстарын бақылау, өлшеу және модельдеу арқылы танитын ғылым. Сондықтан физиканы оқыту демонстрациялық эксперименттерсіз және зертханалық жұмыстарсыз толыққанды бола алмайды. Алайда көптеген мектептерде зертханалық жабдықтардың тапшылығы, кейбір тәжірибелердің қауіптілігі немесе қымбаттығы, сондай-ақ микро- және макроәлем құбылыстарын тікелей бақылаудың мүмкін еместігі оқытудың сапасына кері әсер етеді. Осы қиындықтарды шешудің бір жолы - цифрлық білім беру ресурстарын жүйелі түрде қолдану.

И.В. Роберт ақпараттық-коммуникациялық технологияларды оқытуда қолданудың дидактикалық негіздерін алғашқылардың бірі болып жүйелеп, олардың көрнекілікті, дербестендіруді және кері байланысты күшейтетінін көрсетті [2]. Е.С. Полат жаңа ақпараттық технологияларды тұлғаға бағытталған оқыту әдістерімен ұштастыру қажеттігін негіздеді [5]. Шетелдік зерттеулерде, атап айтқанда К. Уиман және әріптестерінің жұмыстарында, интерактивті симуляциялардың оқушылардың тұжырымдамалық түсінігін арттыратыны дәлелденген [3].

Дегенмен цифрлық білім беру ресурстарын физика сабағына енгізу автоматты түрде нәтиже бермейді: ресурс таңдау, оны сабақ мақсатына сәйкестендіру және оқушылар әрекетін ұйымдастыру мұғалімнен арнайы әдістемелік дайындықты талап етеді.

Мақаланың мақсаты - физика пәнінде цифрлық білім беру ресурстарын қолданудың ерекшеліктерін анықтап, оларды сабақта және физиканың әр бөлімінде тиімді пайдалану жолдарын көрсету.

Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылады:

1. «Цифрлық білім беру ресурсы» ұғымының мазмұнын нақтылау және цифрлық білім беру ресурстарының түрлерін жіктеу.

2. Физика сабағында цифрлық білім беру ресурстарын қолданудың дидактикалық ерекшеліктерін анықтау.

3. Сабақ кезеңдері бойынша цифрлық білім беру ресурстарын қолдану әдістемесін нақты тақырып мысалында ұсыну.

4. Физиканың негізгі бөлімдері бойынша цифрлық білім беру ресурстарын қолдану мүмкіндіктерін сипаттау.

Зерттеуде ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді талдау, салыстыру, жүйелеу және жалпылау әдістері, сондай-ақ мектеп тәжірибесін бақылау қолданылды.

Цифрлық білім беру ресурсы - оқу үдерісінде пайдалану үшін цифрлық түрде ұсынылған және компьютер, планшет, смартфон немесе интерактивті тақта арқылы қолданылатын оқу материалдары мен құралдардың жиынтығы. Цифрлық білім беру ресурстарының құрамына мәтін, кескін, аудио, бейне, анимация, интерактивті модельдер, тест тапсырмалары және оларды басқаратын бағдарламалық орта кіреді.

Цифрлық білім беру ресурстарының дәстүрлі баспа құралдарынан басты айырмашылығы - интерактивтілік, мультимедиялылық және жедел кері байланыс. Оқушы ресурспен тек ақпарат алушы ретінде емес, белсенді әрекет етуші ретінде жұмыс істейді: параметрлерді өзгертеді, нәтижені бақылайды, қорытынды жасайды. И.В. Роберттің пікірінше, мұндай өзара әрекеттестік оқушының танымдық белсенділігін арттырып, өзіндік жұмысқа үйретеді [2].

Физиканы оқытуда қолданылатын цифрлық білім беру ресурстарын дидактикалық қызметіне қарай келесі топтарға бөлуге болады:

Ақпараттық-анықтамалық ресурстар - электрондық оқулықтар, цифрлық энциклопедиялар, физикалық шамалар мен тұрақтылардың анықтамалықтары.

Көрнекі-демонстрациялық ресурстар - оқу бейнефильмдері, анимациялар, 3D-модельдер, физикалық құбылыстардың бейне жазбалары.

Интерактивті модельдеу ресурстары - параметрлерін өзгертуге болатын симуляциялар (мысалы, PhET Interactive Simulations, «Открытая физика» жинағы).

Виртуалды зертханалар - нақты зертханалық жұмыстың барлық кезеңдерін (құрастыру, өлшеу, өңдеу) компьютерде орындауға мүмкіндік беретін орталар.

Цифрлық өлшеу кешендері - нақты эксперимент деректерін датчиктер арқылы жинап, компьютерде график түрінде өңдейтін құралдар.

Бақылау-диагностикалық ресурстар - онлайн-тестілеу платформалары, электрондық тапсырмалар жинақтары, формативті бағалау сервистері.

Коммуникациялық платформалар - оқу үдерісін ұйымдастыруға, тапсырма беруге және кері байланысқа арналған қашықтан оқыту жүйелері.

Бұл жіктеу шартты сипатта, себебі заманауи платформалардың көбі бірнеше қызметті қатар атқарады. Мысалы, бір симуляция әрі демонстрация құралы, әрі зерттеу ортасы, әрі бақылау тапсырмасының негізі бола алады.

Физика пәнінің мазмұны мен оқыту әдістерінің өзіндік сипаты цифрлық білім беру ресурстарын қолдануға бірқатар өзгерістер енгізеді.

Көрінбейтінді көрнекі ету. Физикада оқушы тікелей көре алмайтын нысандар мен үдерістер көп: электр өрісінің күш сызықтары, молекулалардың жылулық қозғалысы, атом құрылысы, электромагниттік толқындардың таралуы. Интерактивті модельдер осы

абстрактілі ұғымдарды көрнекі бейнеге айналдырады. Мысалы, «Газ қасиеттері» симуляциясында оқушы температураны арттырғанда бөлшектер жылдамдығының және қысымның қалай өзгеретінін бірден көреді.

Уақыт пен кеңістік масштабын басқару. Өте тез (соқтығысу, электр разряды) немесе өте баяу (радиоактивті ыдырау, планеталар қозғалысы) өтетін үдерістерді модельде баяулатуға, жылдамдатуға немесе тоқтатуға болады. Бұл құбылыстың әр кезеңін талдауға мүмкіндік береді.

Параметрлерді еркін өзгерту. Нақты тәжірибеде бір шаманы өзгерту көбіне қиын немесе мүмкін емес (мысалы, еркін түсу үдеуін). Симуляцияда оқушы шамалардың өзара тәуелділігін «егер ... болса, не болады?» деген сұрақ арқылы зерттейді. К. Уиман және әріптестері PhET симуляцияларының дәл осы зерттеушілік сипаты оқушылардың тұжырымдамалық түсінігін тереңдететінін көрсеткен [3].

Қауіпсіздік және үнемділік. Жоғары кернеумен, радиоактивті көздермен немесе қымбат жабдықпен жұмыс істеуді виртуалды ортада қауіпсіз орындауға болады. Бұл әсіресе зертханалық базасы әлсіз ауыл мектептері үшін маңызды.

Өлшеу нәтижелерін жедел өңдеу. Цифрлық датчиктер мен бағдарламалар деректерді автоматты түрде жинап, график тұрғызады. Оқушының уақыты кесте толтыруға емес, тәуелділікті талдауға және қорытынды жасауға жұмсалады.

Нақты экспериментті толықтыру қажеттігі. Цифрлық білім беру ресурстары нақты физикалық тәжірибенің орнын толық баса алмайды. Модель әрқашан шындықтың жеңілдетілген көшірмесі болып табылады: онда үйкеліс, өлшеу қателігі, құралдың сезімталдығы сияқты факторлар ескерілмеуі мүмкін. Н. Руттен және әріптестерінің шолуы бойынша, компьютерлік симуляциялар дәстүрлі оқытумен ұштастырылғанда ең жоғары нәтиже береді [6].

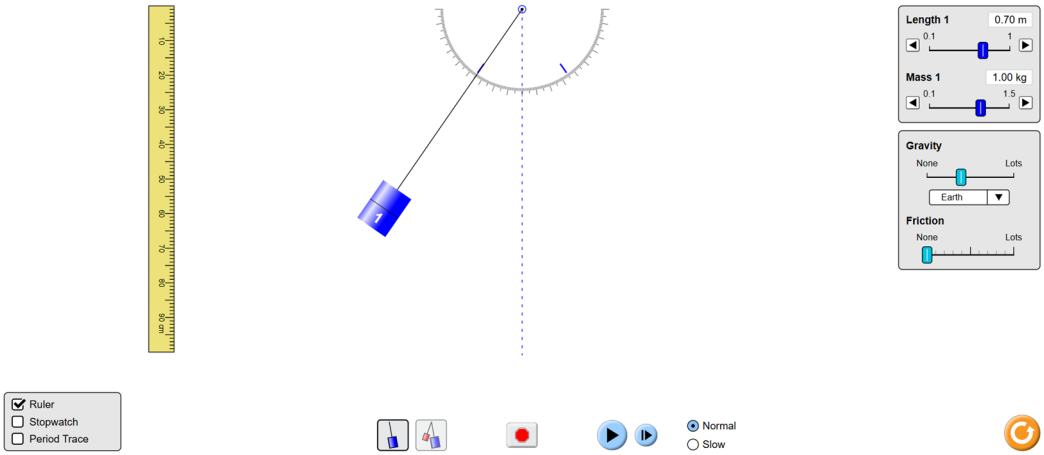
Жоғарыда аталған цифрлық білім беру ресурстары түрлерінің физикадағы мүмкіндіктері мен шектеулері 1-кестеде салыстырылған.

1 кесте

Цифрлық ресурс түрі	Мысалдар	Физика сабағындағы мүмкіндіктері	Шектеулері
Электрондық оқулықтар мен анықтамалықтар	Электрондық оқулық, цифрлық анықтамалық	Теориялық материалға жылдам қол жеткізу, гипермәтіндік сілтемелер	Интерактивтілігі төмен, баспа оқулығын қайталауы мүмкін
Бейнематериалдар мен анимациялар	Оқу бейнефильмдері, құбылыстардың бейнежазбалары	Сирек немесе қауіпті құбылыстарды көрсету, уақытты баяулату	Оқушы бақылаушы ғана, белсенді әрекет шектеулі
Интерактивті симуляциялар	PhET, «Открытая физика»	Параметрлерді өзгертіп, заңдылықтарды зерттеу, көрінбейтінді көрнекі ету	Модель жеңілдетілген, нақты қателіктер ескерілмейді
Виртуалды зертханалар	Виртуалды зертханалық жұмыстар жинағы	Жабдық жоқ кезде зертханалық жұмысты орындау, қауіпсіздік	Практикалық құрастыру дағдысы қалыптаспайды
Цифрлық өлшеу кешендері	Цифрлық датчиктер жиынтығы (температура, күш, кернеу, қозғалыс)	Нақты деректерді жинау, автоматты график тұрғызу	Құны жоғары, мұғалімнен техникалық дайындық талап етеді
Бақылау-диагностикалық платформалар	Онлайн-тест, формативті бағалау сервистері	Жедел кері байланыс, нәтижелерді автоматты талдау	Есеп шығару барысын бағалауы қиын

Физиканы оқытуда қолданылатын цифрлық білім беру ресурстары түрлерінің салыстырмалы сипаттамасы

Цифрлық білім беру ресурстарының тиімділігі олардың сабақтың қай кезеңінде және қандай мақсатпен қолданылатынына тікелей байланысты. Ресурс сабақтың мақсатына қызмет етуі керек, ал сабақ ресурсқа бейімделмеуі тиіс. П. Мишра мен М. Коэлер ұсынған TPACK моделі бойынша мұғалім технологиялық, педагогикалық және пәндік білімді бірлікте қолданғанда ғана технология оқыту сапасын арттырады [4]. Яғни физика мұғалімі симуляцияны қалай іске қосуды ғана емес, оның қандай физикалық ұғымды ашатынын және оқушы әрекетін қалай ұйымдастыру керегін білуі қажет.



1-сурет. «Математикалық маятник. Тербеліс периоды» тақырыбы бойынша виртуалды эксперимент

Мысал ретінде 9-сыныптағы «Математикалық маятник. Тербеліс периоды» тақырыбындағы сабақты қарастырайық. Бұл тақырып цифрлық ресурстармен жұмыс істеуге өте қолайлы: оқушылар маятниктің тербеліс периоды жіп ұзындығына тәуелді, ал жүктің массасына және кіші ауытқу бұрыштарында амплитудаға тәуелсіз екенін өздері зерттеп анықтай алады. Сабақ соңында оқушылар келесі формулаға өз бетімен келуі тиіс:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

мұндағы T - тербеліс периоды (с), l - маятник жібінің ұзындығы (м), g - еркін түсу үдеуі (м/с²). Сабақтың әр кезеңінде цифрлық білім беру ресурстарын қолдану мүмкіндіктері 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте

Сабақ кезеңі	Қолданылатын цифрлық ресурс	Мұғалімнің әрекеті	Оқушының әрекеті	Күтілетін нәтиже
Қызығушылықты ояту (5 мин)	Сағат маятнигі мен әткеншек тербелісі туралы қысқа бейнеролик	Проблемалық сұрақ қояды: «Әткеншекке ауыр адам отырса, ол жиірек тербеле ме?»	Болжам айтады, талқылайды	Тақырыпқа танымдық қызығушылық
Жаңа білімді меңгеру (12 мин)	PhET «Маятник зертханасы» симуляциясы	Периодтың жіп ұзындығына, массаға және амплитудаға тәуелділігін тексеру тапсырмасын береді	Бір шаманы өзгертіп, қалғандарын тұрақты ұстап, периодты өлшейді	T(l) тәуелділігін және периодтың массаға тәуелсіздігін өз бетімен анықтау
Нақты эксперимент (10 мин)	Жіп, жүк, секундомер немесе смартфондағы акселерометр (phyphox сияқты қосымша)	Өлшеу тәртібі мен қауіпсіздік ережесін түсіндіреді	10 тербеліс уақытын өлшеп, периодты есептейді, модель нәтижесімен салыстырады	Модель мен нақты өлшеу арасындағы айырмашылықты түсіну
Бекіту (8 мин)	Симуляциядағы «Ай», «Юпитер» режимдері, интерактивті есептер	Басқа планетадағы маятник туралы есеп береді	g мәні өзгергенде периодты есептеп, нәтижесін симуляцияда тексереді	Формуланы жаңа жағдайда қолдану дағдысы
Бағалау және кері байланыс (5 мин)	Онлайн-тест немесе формативті бағалау сервисі	Нәтижені бірден талдап, қателерді түсіндіреді	Тест орындайды, өз нәтижесін көреді	Меңгеру деңгейін жедел анықтау
Рефлексия (5 мин)	Цифрлық сауалнама немесе «сөз бұлты»	Сабақты қорытындылайды	Не түсінгенін, не қиын болғанын жазады	Өзін-өзі бағалау

«Математикалық маятник. Тербеліс периоды» сабағында цифрлық білім беру ресурстарын қолдану құрылымы

Кестеден көрініп тұрғандай, цифрлық білім беру ресурстары сабақтың барлық кезеңінде қолданылғанымен, әр кезеңде олардың дидактикалық қызметі әртүрлі. Ең маңыздысы - симуляциямен жұмыстан кейін нақты экспериментке көшу. Нақты өлшеуде период формуламен есептелген мәннен біршама ауытқиды. Оқушылар оның себептерін (секундомермен өлшеу қателігі, ауаның кедергісі, жіптің созылуы, үлкен ауытқу бұрышы)

талқылап, «математикалық маятник» моделінің қолданылу шегін түсінеді. Осылайша цифрлық ресурс ғылыми әдіс туралы түсінікті тереңдетуге қызмет етеді.

Сабақты ұйымдастыруда келесі әдістемелік қағидаларды ұстанған жөн:

- Цифрлық ресурспен жұмысқа нақты зерттеу сұрағы мен нұсқаулық (жұмыс парағы) беріледі; бұл мақсатсыз «ойнауды» болдырмайды.
- Экран алдында өткізілетін уақыт сабақтың шамамен жартысынан аспағаны дұрыс.
- Топтық немесе жұптық жұмыс оқушылар арасындағы пікірталасты күшейтеді.
- Әр симуляциядан кейін алынған нәтиже физикалық заңдылықпен және формуламен байланыстырылады.
- Физиканың әр бөлімінің мазмұны мен эксперименттік базасы әртүрлі. Сондықтан цифрлық білім беру ресурстарының қай түрі тиімді болатыны және олардың сабақтағы рөлі де бөлімге қарай өзгереді.

Механика. Кинематика мен динамиканы оқытуда траекторияны, жылдамдық пен үдеу векторларын бір мезгілде көрсететін симуляциялар тиімді. Мысалы, горизонтқа бұрыш жасай лақтырылған дене қозғалысын зерттегенде оқушы лақтыру бұрышы мен бастапқы жылдамдықты өзгертіп, ұшу қашықтығы ең үлкен болатын бұрышты өзі табады.

Ал Tracker сияқты бейнеталдау бағдарламалары смартфонға түсірілген нақты қозғалысты кадр бойынша талдап, координатаның уақытқа тәуелділік графигін тұрғызуға мүмкіндік береді.

Молекулалық физика және термодинамика. Бұл бөлімде оқушы тікелей көре алмайтын бөлшектер әлемі қарастырылады. Газ бөлшектерінің қозғалысын көрсететін модельдер температура, қысым және көлем арасындағы байланысты көрнекі түсіндіреді, изопроцестерді зерттеуге мүмкіндік береді. Цифрлық температура датчигі арқылы заттың қызу, балқу немесе қайнау графигін нақты уақытта тұрғызуға болады.

Электродинамика. Электр және магнит өрістерінің күш сызықтарын, электромагниттік индукция құбылысын көрсету үшін интерактивті модельдер (мысалы, PhET «Фарадей зертханасы») қолданылады. Виртуалды тізбек конструкторлары күрделі тізбектерді қауіпсіз құрастыруға, ал ток пен кернеу датчиктері нақты тізбектегі өлшеулерді автоматты түрде тіркеуге мүмкіндік береді.

Тербелістер, толқындар және оптика. Толқындардың интерференциясы мен дифракциясы, жарықтың шағылуы мен сынуы модельдерде параметрлерді өзгерту арқылы жақсы зерттеледі (PhET «Толқындар интерференциясы», «Жарықтың сынуы»). Смартфон микрофоны мен арнайы қосымшалар дыбыс жиілігін өлшеп, дыбыс толқынының спектрін көрсетуге мүмкіндік береді.

Атомдық және ядролық физика. Бұл бөлімде мектепте нақты эксперимент жүргізу іс жүзінде мүмкін емес, сондықтан цифрлық ресурстар негізгі зерттеу құралына айналады. Резерфорд тәжірибесінің моделі, сутегі атомы модельдерінің симуляциясы, радиоактивті ыдыраудың статистикалық сипатын көрсететін модельдер оқушыларға тарихи эксперименттерді «қайталауға» және жартылай ыдырау периоды ұғымын тәжірибе жүзінде түсінуге көмектеседі.

Цифрлық ресурстың рөлі физиканың бөліміне қарай өзгереді: механика мен электродинамикада ол нақты эксперименттің серігі, ал атомдық және ядролық физикада негізгі эксперименттік орта қызметін атқарады. Мұғалім сабаққа ресурс таңдағанда осы ерекшелікті ескеруі тиіс.

Жүргізілген талдау физика пәнінде цифрлық білім беру ресурстарын қолданудың бірнеше негізгі ерекшелігін анықтауға мүмкіндік берді. Цифрлық білім беру ресурстары көрінбейтін құбылыстарды көрнекі етеді, үдерістердің уақыт пен кеңістік масштабын басқаруға, параметрлерді еркін өзгертіп заңдылықтарды зерттеуге, қауіпті және қымбат тәжірибелерді қауіпсіз орындауға, өлшеу нәтижелерін жедел өңдеуге мүмкіндік береді.

Сонымен бірге цифрлық білім беру ресурстары нақты физикалық экспериментті алмастырмайды, оны толықтырады. «Математикалық маятник» сабағының мысалы көрсеткендей, ең жоғары нәтижеге виртуалды және нақты тәжірибелерді ұштастырып, ресурсты сабақтың нақты кезеңі мен мақсатына сәйкес таңдағанда қол жеткізіледі. Мұндай тәсіл оқушылардың тек білімін ғана емес, зерттеушілік және цифрлық дағдыларын да дамытады.

Цифрлық ресурстардың рөлі физиканың бөліміне қарай өзгереді: механика мен электродинамикада олар нақты эксперименттің серігі болса, атомдық және ядролық физикада негізгі зерттеу ортасына айналады. Сондықтан мұғалім ресурсты таңдағанда пәндік мазмұнды, педагогикалық мақсатты және технологиялық мүмкіндікті бірлікте ескеруі қажет.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Қазақстан Республикасында мектепке дейінгі, орта, техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім беруді дамытудың 2023-2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы: ҚР Үкіметінің 2023 жылғы 28 наурыздағы №249 қаулысы. - Астана, 2023.

2. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования. - М.: Школа-Пресс, 1994. - 205 с.

3. Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET: Simulations that enhance learning Science. - 2008. - Vol. 322, No. 5902. - P. 682-683.

4. Mishra P., Koehler M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge Teachers College Record. - 2006. - Vol. 108, No. 6. - P. 1017-1054.

5. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В., Петров А.Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. - М.: Академия, 2001. - 272 с.

6. Rutten N., van Joolingen W.R., van der Veen J.T. The learning effects of computer simulations in science education Computers & Education. - 2012. - Vol. 58, No. 1. - P. 136-153.

TRACING AS AN OCCUPATIONAL ACTIVITY IN ERGOTHERAPY FOR INDIVIDUALS WITH FINE MOTOR DIFFICULTIES

Barbora Kováčová
Catholic University, Faculty of Education, Ružomberok, Slovakia, orcid.org/0000-0002-6728-4904

Abstract

The paper focuses on the presentation and pilot testing of an occupational therapy programme aimed at developing the foundations of graphomotor skills through tracing activities in preschool children. The research sample consisted of eight boys aged 5 to 7 years with difficulties in fine motor skills and without cognitive impairment. The intervention programme was carried out over a period of five months in a group setting, with an individual approach to each child, and consisted of five content-related modules that followed one another. The assessment was conducted before and after the intervention using an author-developed five-point rating scale, which focused on seven areas related to the performance of graphic activities. The results showed an improvement in the mean level of performance in all monitored areas. The findings suggest the potential benefits of systematic occupational therapy activities in developing abilities and skills that provide a foundation for subsequent graphomotor training.

Keywords

occupational therapy, tracing, fine motor skills, foundations of graphomotor skills, visuomotor coordination, preschool age, intervention programme

Fine Motor Skills and Their Importance in Child Development in Early Occupational Therapy

A key feature of the developmentally oriented model of early occupational therapy is that intervention, counselling and support focus on families with children and should be provided mainly in a community-based (mobile) form (Kováčová, 2014). Early occupational therapy is usually understood in connection with early intervention. It focuses not only on supporting families with children with disabilities, but also on helping the child during the process of strengthening parental competencies in upbringing and gradually preparing the child for social inclusion. It aims not only to support and strengthen parents, but also to focus on the child, taking into account their needs and the specific characteristics of their disability (Slaná et al., 2020; Hudecová et al., 2021).

Occupational therapy programmes also include activities aimed at developing fine motor skills. Martino & Lape (2021) point out that fine motor abilities are an important prerequisite for a child's successful participation in educational activities. Their level influences the child's ability to perform tasks that are part of preschool and subsequently primary education, such as drawing, handling learning materials, cutting and graphomotor activities. Hasanah et al. (2024) describe fine motor skills as observable, purposeful motor activities through which the quality of performing individual tasks can be assessed. Lersilp et al. (2026) point out that the effective use of motor skills is reflected in a child's ability to perform activities purposefully, safely, smoothly and with an appropriate level of independence, without the need for assistance from another person. In contrast, difficulties in using motor skills indicate a need for support, guidance or direct assistance when performing everyday activities.

When developing fine motor skills, it is also important to consider their functional use in everyday activities. Occupational therapy intervention should therefore include not only activities focused on object manipulation, movement coordination and visuomotor integration, but also activities that support the child's independence in self-care. The research by Case-Smith (2000) points to a relationship between interventions focused on self-care activities and children's functional performance.

Tracing Objects as Part of an Occupational Therapy Programme

Tracing objects and creating their outlines are among the activities used in occupational therapy. They are aimed at supporting the development of fine motor skills, visuomotor coordination (hand-eye coordination), graphomotor skills and spatial perception (Kožík Lehotayová, 2017). At the same time, these activities contribute to the development of visual shape discrimination, movement accuracy and awareness of body position during the activity (Kováčová, 2014). Vodičková (2024) states that as children progress in their overall development, their fine motor skills and visuomotor coordination also improve. The level of these abilities influences the development of other psychological functions and skills, such as speech and communication, social skills, self-care, cognitive abilities and academic skills (e.g. drawing, writing, reading and mathematics).

Occupational therapy activities of this type are intended for individuals with diagnostically confirmed difficulties in fine motor skills, graphomotor skills, visuomotor coordination, visual shape discrimination or spatial orientation in a small working space. The selection of specific activities and their level of difficulty are adapted to the individual's abilities, needs and functional possibilities. An important principle is the gradual increase in task difficulty, taking into account the level of skills already achieved. The individual's age is not the decisive criterion; what matters most are their individual needs, current level of abilities and established therapeutic goals.

Research Design

The main aim of the research was to analyse the possibilities of using an occupational therapy programme focused on tracing activities in the development of selected fine motor skills in preschool children with identified difficulties in this area and without cognitive impairment. The study was a quantitatively oriented pilot intervention study with one research group and repeated measurements before and after the intervention (one-group pretest-posttest design), supplemented by individual observation of the children's performance.

The research sample consisted of eight boys aged 5 to 7 years. All children showed difficulties in fine motor skills, while none of them had identified cognitive impairment. The research sample was selected intentionally, with the main inclusion criteria being identified difficulties in fine motor skills and the need for targeted support before starting systematic development of graphomotor skills.

The research was conducted as a quantitative pilot intervention study using initial and final measurements (pre-test/post-test).

The children's performance was assessed using a five-point rating scale. An author-developed five-point ordinal rating scale was used, with the following levels:

- 1 – insufficient level of performance,
- 2 – satisfactory level of performance,
- 3 – good level of performance,
- 4 – very good level of performance,
- 5 – excellent level of performance.

The scale was used to assess seven areas related to the performance of tracing activities. The assessment was carried out before the start of the intervention programme and after its

completion. In both cases, the same tracing templates and the same assessment criteria were used.

The children's performance during tracing activities was assessed by the researcher under professional supervision. The same assessment criteria and five-point ordinal scale were applied during both the initial and final measurements. The supervision provided professional consultation when assessing individual areas and helped to ensure consistency in the assessment procedure.

Occupational Therapy Programme

The occupational therapy intervention programme was carried out over a period of five months, with one intervention session per week. The programme was conducted in a group setting with an individual approach, which made it possible to adapt the difficulty of tasks to the current abilities of each child.

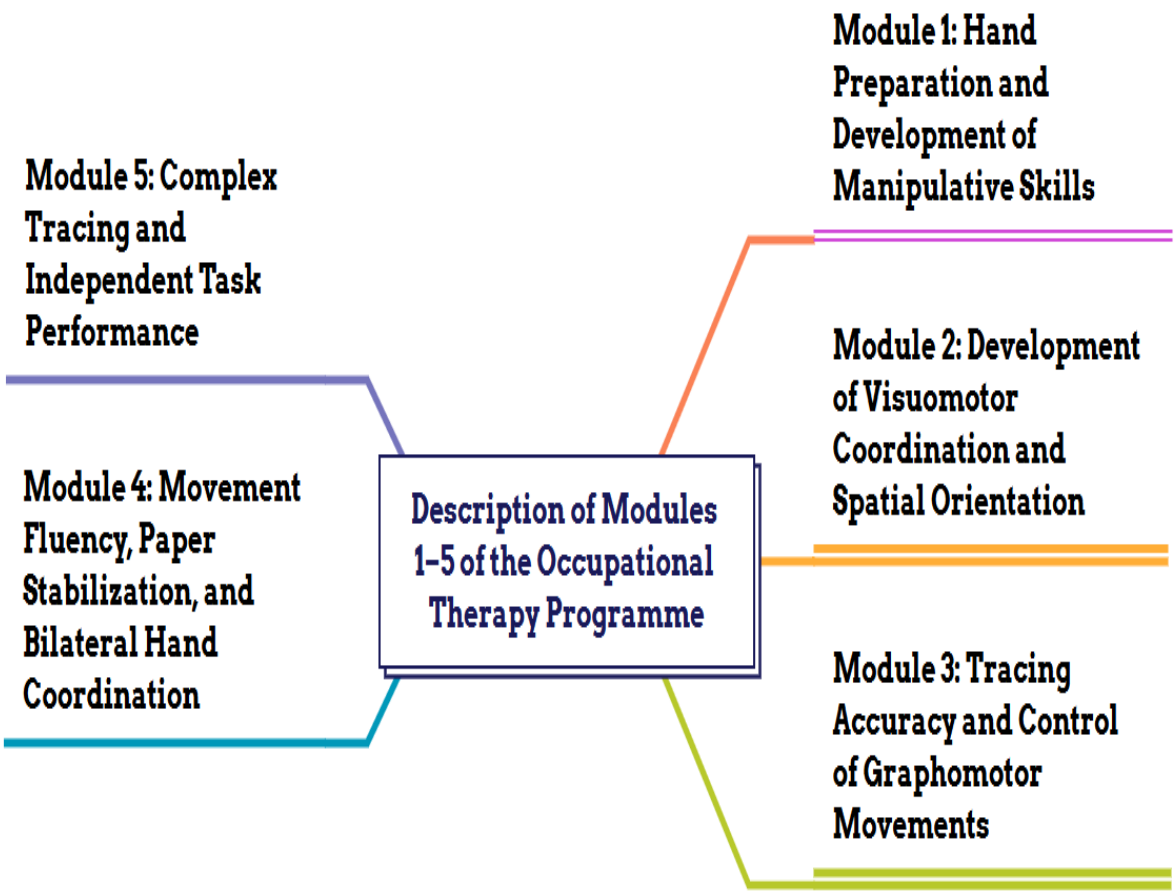
The programme focused on occupational therapy activities based on tracing, which served as a preparatory activity within a broader approach to developing the foundations of graphomotor skills. The initial and final assessments were carried out using the same tracing templates and the same assessment criteria.

The programme was divided into five thematic modules, which followed one another and gradually increased the difficulty of the activities. Each module lasted one month. The introductory part focused on hand preparation and the development of manipulation skills through activities involving modelling clay, small objects and various manipulation aids. The following part focused on developing visuomotor coordination and spatial orientation, mainly through line tracing, connecting dots, tracing geometric shapes and completing simple graphic paths.

In the next phase, the intervention focused on improving tracing accuracy and controlling graphic movements. The children worked with templates of different levels of difficulty, gradually moving from simple geometric shapes to more complex figures and object outlines. Particular attention was paid to movement fluency, stabilisation of the working surface, coordination of both hands and paper handling.

The final part of the programme integrated the previously developed skills into more complex tasks. These activities supported the child's independence, accuracy and ability to complete the assigned task.

Figure 1: Content Structure of Modules 1–5



Source: Authors' own elaboration

Table 1: Content of Module 1 of the Occupational Therapy Programme

MODUL 1	
Therapeutic Goal	To prepare the child for graphic activities through tasks focused on finger coordination, object manipulation and regulation of movement force.
Activities	• Squeezing, rolling, shaping and dividing modelling clay. • Manipulating small objects using fingers and tweezers. • Threading beads of different sizes. • Transferring objects between containers. • Tearing paper into smaller pieces and folding them. • Cutting simple strips of paper. • Working with clothespins and simple manipulation aids.
Relation to the Assessed Categories	• Pencil grip – preparation of finger coordination and functional grip. • Paper handling – manipulating, turning and stabilising the material. • Independence – performing tasks according to instructions.

Source: Authors' own elaboration

Table 2: Content of Module 2 of the Occupational Therapy Programme

MODUL 2	
Therapeutic Goal	To develop the ability to coordinate visual perception with hand movements and to orient oneself within a two-dimensional working space.
Activities	• Connecting dots to form simple lines. • Tracing a marked path with a finger. • Tracing horizontal, vertical and diagonal lines. • Tracing circles, squares and triangles. • Completing simple graphic mazes. • Identifying the starting and ending points of a graphic path. • Tracing shapes according to their spatial position.
Relation to the Assessed Categories	• Visuomotor coordination. • Spatial orientation. • Tracing accuracy.

Source: Authors' own elaboration

Table 3: Content of Module 3 of the Occupational Therapy Programme

MODUL 3	
Therapeutic Goal	To develop accuracy in tracing graphic lines, the ability to follow the boundaries of the template and regulate hand movements during tracing.
Activities	• Tracing simple geometric shapes. • Tracing dotted and continuous lines. • Tracing wavy lines, loops and zigzag lines. • Tracing simple objects (a house, a tree, a ball). • Tracing animal outlines. • Tracing shapes with a gradually decreasing tolerance for deviations from the template. • Tracing combined shapes.
Relation to the Assessed Categories	• Tracing accuracy. • Fluency of graphic movements. • Visuomotor coordination. • Pencil grip.

Source: Authors' own elaboration

Table 4: Content of Module 4 of the Occupational Therapy Programme

MODUL 4	
Therapeutic Goal	To support the fluency of graphic movements, coordination of both hands and appropriate stabilisation of the working surface.
Activities	• Tracing longer continuous lines. • Tracing more complex graphic paths. • Completing mazes with several changes in direction. • Tracing templates placed in different positions on the paper. • Holding the paper with the non-dominant hand while tracing. • Turning and moving the paper as needed. • Tracing combined shapes without unnecessary interruptions in movement.
Relation to the Assessed Categories	• Fluency of graphic movements. • Paper handling. • Visuomotor coordination. • Tracing accuracy.

Source: Authors' own elaboration

Table 5: Content of Module 5 of the Occupational Therapy Programme

MODUL 5	
Therapeutic Goal	To integrate the developed skills into more complex tracing tasks.
Activities	• Tracing more complex geometric patterns. • Tracing the outlines of objects and simple pictures. • Completing missing parts of a shape. • Tracing several interconnected shapes. • Independently selecting a graphic tool. • Independently preparing the workspace and handling the paper. • Performing complex tasks combining accuracy, fluency and spatial orientation.
Relation to the Assessed Categories	• Tracing accuracy. • Fluency of graphic movements. • Visuomotor coordination. • Pencil grip. • Paper handling. • Independence in performing the task.

Source: Authors' own elaboration

For the evaluation of the occupational therapy programme (Fábry Lucká, 2019), the tables present the links between the assessed areas and specific intervention activities within Modules 1–5.

Table 6: Comparison of the Assessed Areas and Implemented Activities

Assessed Area	Main Intervention Activities
Tracing accuracy	Tracing lines, geometric shapes and outlines.
Graphic movement fluency	Continuous lines, wavy lines, loops and mazes.
Visuomotor coordination	Connecting dots and tracing from a template.
Spatial orientation	Spatially positioned templates, mazes and orientation on the working surface.
Pencil grip	Manipulation exercises and activities involving graphic tools.
Paper handling	Stabilising, turning and moving the paper.
Independence in performing the task	Independent preparation of materials and completion of the assigned task.

Source: Authors' own elaboration

Analysis of the Findings

Based on the comparison of the initial and final measurements, an increase in the mean values was recorded in all seven monitored areas. The most noticeable changes were found in tracing accuracy and paper handling, where the mean score increased by 1.25 points.

Improvements were also recorded in graphic movement fluency, pencil grip, visuomotor coordination, spatial orientation and independence in performing the task.

Table 7: Standard Deviation in the Group of Children Participating in the Occupational Therapy Programme

Assessed area	Initial mean ± SD	Final mean ± SD	Difference
Tracing accuracy	2,75 ± 0,71	4,00 ± 0,93	+1,25
Graphic movement fluency	2,50 ± 0,54	3,63 ± 0,52	+1,13
Visuomotor coordination	2,75 ± 0,46	3,63 ± 0,74	+0,88
Spatial orientation	2,75 ± 1,17	3,63 ± 0,52	+0,88
Pencil grip	2,63 ± 0,74	3,63 ± 0,74	+1,00
Paper handling	2,38 ± 0,52	3,63 ± 0,52	+1,25
Independence in performing the task	2,25 ± 1,04	3,25 ± 0,46	+1,00

Source: Authors' own elaboration

Note:
SD – standard deviation. The difference represents the final mean minus the initial mean.

The results of the Wilcoxon signed-rank test (Table 8) showed statistically significant differences between the initial and final measurements in six of the assessed areas (p = 0.016 to 0.031). Statistical significance was not confirmed in the area of spatial orientation (p = 0.078). After applying the Holm correction for multiple testing, no statistically significant differences were found in any of the seven separately analysed areas (Table 9). Nevertheless, the descriptive analysis indicated a positive change in performance across all monitored areas, with individual improvements recorded in most participants.

Table 8: Wilcoxon signed-rank test

Assessed area	W	p	Result at α = 0.05
Tracing accuracy	0	0,016	Statistically significant
Graphic movement fluency	0	0,031	Statistically significant
Visuomotor coordination	0	0,031	Statistically significant
Spatial orientation	3	0,078	Not statistically significant
Pencil grip	0	0,031	Statistically significant
Paper handling	0	0,016	Statistically significant
Independence in performing the task	0	0,031	Statistically significant

Source: Authors' own elaboration

Note:
W – Wilcoxon test statistic.
α – statistical significance level.

We consider the results presented in Table 8 interesting, as statistically significant differences between the initial and final measurements were found in six of the seven monitored areas. Statistical significance was not confirmed in the area of spatial orientation.

Table 9: Individual Changes in Children Participating in the Occupational Therapy Programme

Assessed area	Improvement	No change	No change
Tracing accuracy	7	1	0
Graphic movement fluency	6	2	0
Visuomotor coordination	6	2	0
Spatial orientation	6	1	1
Pencil grip	6	2	0
Paper handling	7	1	0
Independence in performing the task	6	2	0

Source: Authors' own elaboration

In all seven areas, at least six out of eight children showed improvement. In six areas, none of the participants in the occupational therapy programme showed any deterioration.

It can be stated that even short-term occupational therapy programmes may be beneficial for the group of children involved. An example of good practice is also the study by Martino & Lape (2021). The authors implemented an occupational therapy programme directly in the classroom setting. Over a period of six weeks, the programme focused on stimulating areas of fine motor skills and sensorimotor development. Sixteen preschool children participated in the programme. The authors (ibid.) concluded that the results of the initial and final assessments indicated clinically significant improvements in skills related to school readiness. The findings of the pilot study described here also highlight the potential for integrating occupational therapy interventions into the kindergarten environment.

Another interesting study, which is also close to the findings presented in this paper, is the research conducted by van der Walt et al. (2020). The authors focused on difficulties in motor skills among preschool children, arguing that these difficulties may negatively affect school readiness, academic development, social skills, participation in play and the level of independence. Their review study (van der Walt et al., 2020) examined intervention approaches for children aged 4–7 years. The authors emphasise that, in a 15-week intervention programme, it is appropriate to provide two sessions per week. The findings of the study highlight the urgent need for systematic therapeutic support for children with motor difficulties, as well as the importance of carefully planned intervention procedures.

When considering a child with fine motor difficulties for inclusion in an occupational therapy programme, it is important to recognise that underdeveloped fine motor skills can make learning and achieving academic success more difficult. Children who struggle with fine motor tasks may become frustrated when they are unable to perform everyday activities. For example, a child may have difficulty holding scissors and cutting along a marked line. This may lead the child to avoid fine motor tasks or drawing activities (Vodičková, 2024). In such cases, early occupational therapy intervention (Kováčová, 2019) or early art therapy intervention (Vodičková, 2022) is important.

Conclusion

The occupational therapy programme aimed at developing the foundations of graphomotor skills through tracing activities consisted of a set of targeted activities supporting the development of fine motor skills, visuomotor coordination and manipulation skills in preschool children. The programme was divided into five modules, which followed one another and gradually developed the abilities and skills needed to perform graphic activities. The initial and final assessments, carried out using the same diagnostic tasks, made it possible to monitor changes in the children's performance in seven assessed areas. By comparing the results, we recorded an improvement in the mean level of performance in all monitored areas. The most noticeable progress was found in tracing accuracy and paper handling. Positive changes were also observed in the fluency of graphic

movements, visuomotor coordination, spatial orientation, pencil grip and independence when performing tasks.

The findings point to the possible benefits of systematically implemented occupational therapy activities in developing the individual abilities and skills that provide a foundation for acquiring graphomotor skills. However, given the small number of children in the research sample and the absence of a control group, the results should be interpreted with appropriate caution. The influence of the children's natural development, as well as their repeated exposure to the diagnostic tasks used, cannot be ruled out. We therefore consider the programme primarily as a pilot proposal for an intervention approach that may be further examined in a larger research sample. We consider the combination of manipulation, visuomotor and graphic activities, as well as the individual adjustment of task difficulty to each child's current abilities, to be particularly important.

From an inclusive perspective, the occupational therapy programme could be implemented in kindergartens and centres employing special education teachers and therapeutic educators. It could be used to support the development of skills in children at risk of developmental delay. Structured occupational therapy activities focused on the development of motor coordination and visuomotor integration may contribute to improving fine motor skills, which play an important role in managing everyday activities and achieving school readiness.

References

Case-Smith, J. 2000. Effects of occupational therapy services on fine motor and functional performance in preschool children. In: American Journal of Occupational Therapy. 2000 Jul-Aug;54(4):372-80.

Fábry Lucká, Z. 2019. *Evalvácia efektívnych faktorov multisenzorických prístupov v liečebnej pedagogike*. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave, 2019. 158 s. ISBN 978-80-223-4864-5.

Hasanah, Q., Thorik A. 2024. Enhancing Early Childhood's Fine Motor Development Through Educational Games. In: *Journal of Early Childhood Care & Education*. (2024) 7, no. 2, 44–58.

Hudecová, A., Benčič, S., Hrčová, J.; Magová, M. 2021. Early intervention as a fundamental aspect for the preparedness of children with special learning needs into the education environment. In: AD ALTA: journal of interdisciplinary research: 2021, 11(1), 93-96.

Kováčová, B. 2014. Ergoterapia v rannom a predškolskom veku. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, 2014. ISBN 978-80-223-3737-3.

Kováčová, B. 2019. Raná ergoterapeutická intervencia u detí so zmyslovým znevýhodnením. In: Expresivita v (art)terapii 2. Ružomberok : Katolícka univerzita v Ružomberku. VERBUM - vydavateľstvo KU, 2019. ISBN 978-80-561-0690-7, s. 100–112,

Kožík Lehotayová, B. 2017. Učiteľ materskej školy a grafomotorika : Preschool teacher and graphomotorics. In: *CREA-AE 2017* [elektronický dokument] : zborník z vedeckej konferencie : kreatívne reflexívne emocionálne alternatívne - umelecké vzdelávanie. 1. vyd. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici. Pedagogická fakulta, 2017. ISBN 978-80-557-1374-8, s. 171-178.

Lersilp, S., Panyo, K., Chaimaha, N., Putthinoi, S., Punyakaew, A., Sung-U, S. 2026. Pilot Implementation of an Intervention Program to Promote Fine Motor Skills in Preschoolers: Feasibility and Acceptability. In: *Occupational Therapy International*, 2026:9903335.

Martino, E. M., & Lape, J. E. 2021. Occupational therapy in the preschool classroom-Promoting fine motor and visual motor skills for kindergarten readiness. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, *14*(2), 134-152.

Slaná, M. et al. Terapeutické koncepty pomoci vo včasnej intervencii. Trnava: Fakulta zdravotníctva a sociálnej práce Trnavská univerzita v Trnave, 2020. 153 s. ISBN 978-80-568-0267-0.

van der Walt, J., Plastow, N. A., Unger, M. 2020. Motor skill intervention for pre-school children: A scoping review. In: African Journal of Disability, 2020 Dec 10;9:747.

Vodičková, B. 2022. Vývinová arteterapia vo včasnej intervencii. In: Expresivita vo výchove V. České Budějovice : Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicíc, 2022, 185−199. ISBN 978-80-7468-197-4.

Vodičková, B. 2024. Súvislosti jemnej motoriky, kognitívneho vývinu a budúcich akademických zručností u detí v predškolskom veku = Linking of fine motor skills, cognitive development and future academic skills in preschool children. In: *Práca v živote človeka: vo výchove, vzdelávaní a v terapii I.* Ružomberok : Katolícka univerzita v Ružomberku. VERBUM - vydavateľstvo KU, 2024. – ISBN 978-80-561-1113-0, s. 9-19.

Text reviewed by:
Prof. PhDr. Stanislav Benčič, CSc.
Mgr. Zuzana Gondová, PhD.

Contacts:
doc. PaedDr. Barbora Kováčová, PhD.
Catholic University, Faculty of Education, Department of Special Education,
Hrabovská cesta 1, Ružomberok, Slovakia

Philological Sciences

Fransız dilində qrammatik konversiya: morfoloji, leksik- semantik, və sintaktik xüsusiyyətlər

Rəfiyeva Xuraman Əli qızı
Baş müəllim, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin Şəki filialı, Orcid 0000-0001-9887-4619

Xülasə
Məqalədə müasir fransız dilində geniş yayılmış söz yaradıcılığı və qrammatik transformasiya proseslərindən biri olan konversiyanın mahiyyəti, funksional xüsusiyyətləri və dil sistemindəki rolu araşdırılır. Konversiya sözün formal quruluşunda, yəni onun fonetik və morfoloji tərkibində nəzərəçarpacaq dəyişiklik baş vermədən bir nitq hissəsindən digərinə keçməsi ilə səciyyələnən prosesdir. Fransız dilçilik ədəbiyyatında bu hadisə conversion, dérivation impropre, dérivation implicite, dérivation zéro və bəzi hallarda recatégorisation terminləri ilə ifadə olunur. Konversiyanın əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, yeni funksional və leksik vahid yaranarkən sözün zahiri formasıdəyişməsə də, onun qrammatik statusu, sintaktik funksiyasıvə müəyyən hallarda leksik-semantik məzmunu dəyişir.
Tədqiqatda fransız dilində feil → isim, sifət → isim, isim → sifət, sifət → zərf, xüsusi ad → ümumi ad və digər konversiya modelləri təhlil edilir. Xüsusilə substantivləşmə prosesinin məhsuldarlığı, sifətlərin substantivləşməsi, feillərin isimləşməsi və konversiyanın müasir fransız dilinin leksik zənginləşməsində rolu müəyyənləşdirilir. Həmçinin konversiyanın affiksal derivasiya ilə oxşar və fərqli cəhətləri, onun morfologiya və sintaksisin qarşılıqlıəlaqəsindəki mövqeyi araşdırılır.
Məqalədə konversiyanın yalnız söz yaradıcılığı mexanizmi deyil, həm də dilin funksional imkanlarını genişləndirən çevik qrammatik-semantik mexanizm olduğu əsaslandırılır. Araşdırmanın nəticələri göstərir ki, fransız dilində konversiya həm ənənəvi leksik sistemdə, həm də müasir danışıq dili, media, texnologiya və sosial kommunikasiya mühitində məhsuldar proses kimi öz aktuallığını qoruyur.
Açar sözlər: fransız dili, konversiya, qrammatik konversiya, conversion, dérivation impropre, söz yaradıcılığı, recatégorisation, substantivləşmə, leksikologiya, morfologiya, sintaksis, semantika

Giriş:
Dil daim inkişaf edən və öz daxili imkanları hesabına yeniləşən mürəkkəb sistemdir. Cəmiyyətin sosial, mədəni, elmi və texnoloji inkişafı dildə yeni anlayışların meydana çıxmasına, mövcud sözlərin yeni mənalarda işlənməsinə və müxtəlif söz yaradıcılığı modellərinin fəallaşmasına səbəb olur. Bu baxımdan söz yaradıcılığı dilin lüğət tərkibinin zənginləşməsini təmin edən əsas mexanizmlərdən biri hesab edilir. Fransız dilində yeni sözlərin yaranmasıaffiksasiya, kompozisiya, abbreviatura, borclanma və digər proseslərlə yanaşı, konversiya vasitəsilə də həyata keçirilir.

Konversiya fransız dilinin leksik və qrammatik sistemində xüsusi yer tutur. Bu prosesin özünəməxsusluğu ondan ibarətdir ki, yeni söz və ya yeni leksik-qrammatik vahid yaranarkən sözün maddi formasıdəyişmir. Başqa sözlə, sözə yeni prefiks və ya suffiks əlavə edilmir, sözün kökü dəyişdirilmir, lakin həmin söz başqa qrammatik kateqoriyada işlənməyə başlayır. Məsələn, rire feili isim funksiyasında le rire formasında işlənərək “gülüş” mənasınıifadə edir. Eyni şəkildə pouvoir

feili le pouvoir formasında isimləşərək “hakimiyyət”, “imkan”, “qüdrət” kimi mənalar qazana bilir. Bu nümunələrdə sözün fonetik-morfoloji formasıəsasən qorunsa da, onun qrammatik statusu və sintaktik funksiyasıdəyişir.

Fransız dilçiliyində konversiya ənənəvi olaraq dérivation impropre – “qeyri-düzgün derivasiya” anlayışı ilə də ifadə edilmişdir. Fransız Akademiyasının lüğətində də dérivation impropre sözün bir nitq hissəsindən digərinə formal dəyişiklik olmadan keçirilməsi kimi təqdim olunur. Müasir terminologiyada isə conversion anlayışıdaha geniş yayılmışdır. Office québécois de la langue française konversiyanıəvvəlcədən mövcud olan sözə onun formasınıdəyişmədən yeni nitq hissəsi aid edilməsi prosesi kimi müəyyənləşdirir və dérivation impropre, dérivation implicite və dérivation zéro terminlərini əlaqəli terminlər kimi göstərir.

Konversiyanın tədqiqi yalnız morfologiya baxımından deyil, sintaksis və semantika baxımından da mühüm əhəmiyyət daşıyır. Çünki sözün başqa nitq hissəsinə keçməsi onun cümlədəki mövqeyini, digər sözlərlə əlaqəsini, sintaktik funksiyasını və məna çalarlarınıdəyişdirə bilər. Buna görə də konversiyanıyalnız “nitq hissəsinin dəyişməsi” kimi qiymətləndirmək kifayət deyil. Bu prosesdə morfoloji forma, sintaktik funksiya və leksik məna arasında qarşılıqlı əlaqə yaranır.Məqalənin əsas məqsədi fransız dilində qrammatik konversiyanın nəzəri və praktik xüsusiyyətlərini sistemli şəkildə araşdırmaq, onun əsas modellərini müəyyənləşdirmək və müasir fransız dilinin leksik-qrammatik sistemindəki rolunu göstərməkdir.

Konversiya anlayışının nəzəri mahiyyəti nədən ibarətdir ?

Konversiya termini ümumilikdə bir dil vahidinin öz formasını saxlayaraq başqa qrammatik kateqoriyaya keçməsini ifadə edir. Bu zaman ilkin və sonrakı vahid arasında formal oxşarlıq tam qorunur, lakin qrammatik status dəyişir. Buna görə konversiyanın əsas əlaməti “formanın sabitliyi – funksiyanın dəyişməsi” prinsipi ilə ifadə oluna bilər.

Ənənəvi söz yaradıcılığında, məsələn, suffiksasiya zamansözün maddi tərkibində dəyişiklik baş verir:

actif → activité

heureux → bonheur

national → nationaliser.

Konversiyada isə belə formal dəyişiklik müşahidə olunmur:

rire → le rire

voir → le voir

beau → le beau

rouge → le rouge.

Burada yeni qrammatik status müəyyənləşir, lakin ilkin formanın özü qorunur.

Fransız dilçilik ənənəsində konversiya uzun müddət dérivation impropre adlandırılmışdır. Gaston Zink-in araşdırmasında bu prosesin əsas xüsusiyyəti sözün formasının deyil, onun “aidiyyətinin”, yəni qrammatik kateqoriyasının dəyişməsi kimi izah edilir. Müəllif le dîner kimi isimləşmiş feilləri, le vrai kimi isimləşmiş sifətləri və parler haut kimi zərfləşmiş sifətləri konversiya ilə bağlınümunələr kimi göstərir.

Burada “impropre” – “qeyri-düzgün” termini prosesin dil sistemində qeyri-normal olmasıdemək deyil. Əksinə, bu termin konversiyanın affiksal derivasiya modelindən fərqli olduğunu göstərmək üçün ənənəvi şəkildə işlədilmişdir. Müasir dilçilikdə conversion termini daha neytral və funksional xarakter daşıyır.

Konversiyanın “sıfır derivasiya” (dérivation zéro) adlandırılmasında onun formal xüsusiyyətindən irəli gəlir. Sanki söz başqa nitq hissəsinə keçərkən görünməyən və ya “sıfır” affiks vasitəsilə yeni kateqoriya qazanır. Lakin bütün dilçilər bu izahıeyni şəkildə qəbul etmirlər. Bir sıra tədqiqatlarda konversiyanın ayrıca morfoloji derivasiya kimi deyil, birbaşa rekateqoriyalaşma kimi qiymətləndirilməsinin daha məqsədəuyğun olduğu qeyd olunur. Fransız dilində qeyri-affiksal

derivasiya ilə bağlı tədqiqatlar da konversiyanın, reqressiv derivasiya və sıfır suffiksasiya ilə yanaşı, müxtəlif nəzəri modellərlə izah edildiyini göstərir.

Beləliklə, konversiyanın mahiyyətini yalnız bir terminlə məhdudlaşdırmaq mümkün deyil. Conversion prosesin funksional xarakterini, dérivation impropre ənənəvi fransız dilçilik yanaşmasını, dérivation zéro isə formal dəyişmənin olmamasını önə çəkir.

Konversiyanın bir neçə mühüm xüsusiyyəti vardır.

Birinci xüsusiyyət formal dəyişməzlikdir. Konversiya nəticəsində sözün əsas fonetik və qrafik forması dəyişmir. Bu, konversiyanı suffiksal və prefiksal derivasiya proseslərindən fərqləndirən əsas əlamətdir.

İkinci xüsusiyyət qrammatik kateqoriyanın dəyişməsidir. Söz əvvəlki nitq hissəsinə aid olmaqla yanaşı, başqa sintaktik və qrammatik funksiyada işlənməyə başlayır.

Üçüncü xüsusiyyət sintaktik yenidənfunksiyalaşmadır. Məsələn, feil cümlədə xəbər kimi işlənə bildiyi halda, həmin feil isimləşdikdə mübtəda, tamamlıq və ya başqa nominal funksiyanı yerinə yetirə bilər.

Dördüncü xüsusiyyət semantik dəyişiklikdir. Konversiya zamanı sözün mənası tamamilə dəyişməsə də, onun yeni qrammatik kateqoriyaya uyğunlaşdırılmış xüsusi leksik mənası meydana çıxır.

Beşinci xüsusiyyət məhsuldarlıqdır. Fransız dilində konversiya xüsusilə isimləşmə və sifətlərin substantivləşməsi istiqamətində kifayət qədər məhsuldar prosesdir.

Bu xüsusiyyətlər konversiyanın yalnız qrammatik hadisə olmadığını göstərir. O, eyni zamanda leksik-semantik sistemin inkişafında iştirak edən söz yaradıcılığı mexanizmidir.

Fransız dilində konversiyanın ən geniş yayılmış modellərindən biri feil → isim keçididir. Bu proses fransız dilində substantivləşmə ilə sıx bağlıdır.

Məsələn:

- rire → le rire
- sourire → le sourire
- dîner → le dîner
- déjeuner → le déjeuner
- savoir → le savoir
- pouvoir → le pouvoir
- devoir → le devoir
- vouloir → le vouloir.

Bu nümunələrdə feillər öz əsas formasını saxlayır, lakin artikl vasitəsilə nominal kateqoriyaya keçir.

Məsələn:

Rire est bon pour la santé.

“Gülmək sağlamlıq üçün faydalıdır.”

Le rire des enfants remplissait la salle.

“Uşaqların gülüşü otağı doldururdu.”

Birinci cümlədə rire feilin infinitiv forması kimi fəaliyyət göstərir. İkinci cümlədə isə le rire isimdir və cümlədə mübtəda funksiyasını yerinə yetirir.

Burada mühüm məsələ artiklin roludur. Fransız dilində isimləşmiş infinitiv çox zaman artikllə işlənir. Beləliklə, artikl sözün yeni nominal statusunu sintaktik baxımdan müəyyənləşdirir.

Məsələn:

le savoir – bilik

le pouvoir – hakimiyyət, güc

le devoir – vəzifə, borc

le vouloir – iradə, istək.

Bu tip vahidlər artıq yalnız konkret kontekstdə isim kimi işlənən feillər deyil, dilin lüğət tərkibində sabitləşmiş leksik vahidlərdir.

Feilin isimləşməsi fransız dilində abstrakt anlayışların ifadəsi üçün də geniş imkan yaradır. Hərəkət, proses və ya vəziyyət bildirən feil isimləşərək həmin hərəkətin və ya prosesin ümumiləşdirilmiş anlayışını ifadə edə bilər.

Məsələn:

Le savoir est une richesse.

Burada savoir "bilmək" fəaliyyətindən daha geniş – "bilik" anlayışını ifadə edir.

Bu baxımdan konversiya abstrakt anlayışların nominasiya edilməsində mühüm vasitədir.

Fransız dilində konversiyanın başqa məhsuldar modeli sifət → isim keçididir. Bu hadisə substantivation adjectivale adlandırılır.

Məsələn:

beau → le beau

vrai → le vrai

beaucoup de petits → les petits

un malade

un pauvre

un jeune

un riche.

Sifət isimləşdikdə onun qarşısında artikl və ya digər determinativlər işlənə bilər.

Məsələn:

Le beau attire souvent l'attention.

Burada beau sifət olmaqdan çıxaraq "gözəl olan", "gözəllik" anlayışını ifadə edən isim funksiyasına daşınır.

Les jeunes participent activement à la vie sociale.

Bu cümlədə jeunes əvvəlcə sifət olsa da, les artikli ilə birlikdə gənclər mənasında isimləşmişdir.

Un malade attend le médecin.

Malade burada "xəstə" sifəti deyil, "xəstə insan" mənasında isimdir.

Sifətin isimləşməsi fransız dilində xüsusilə insan qruplarının, sosial kateqoriyaların və abstrakt anlayışların ifadəsində mühüm rol oynayır.

Bu modeldə sifətin leksik mənası müəyyən dərəcədə konkretləşir. Məsələn, un riche "zəngin olan insan", un pauvre isə "kasıb insan" deməkdir. Beləliklə, sifətin nominal funksiyası onun semantik potensialını genişləndirir.

Fransız dilində konversiyanın maraqlı modellərindən biri sifət → zərf keçididir. Bu zaman sifət, xüsusilə feildən sonra, zərflik funksiyası daşıya bilər.

Məsələn:

Il parle fort.

Burada fort leksik baxımdan sifət olsa da, parle feilini xarakterizə edərək zərflik funksiyasını yerinə yetirir.

Digər nümunələr:

Elle chante juste.

Il voit clair.

Ils travaillent dur.

Parlez haut.

Bu nümunələrdə sözün forması dəyişmir. Lakin onun cümlədəki sintaktik funksiyası dəyişərək feilin əlamətini bildirir.

Bu hadisə konversiyanın morfologiya ilə sintaksis arasındakı əlaqəsini aydın göstərir. Çünki burada yeni sözün yaranması yalnız lüğət səviyyəsində deyil, cümlənin strukturunda özünü göstərir. Sifətin zərfləşməsi fransız dilində xüsusilə danışıq və bədii üslubda ifadəlilik yarada bilər. Buna görə də konversiyanın stilistik imkanlarında diqqətdən kənarda qalmamalıdır.

Konversiyanın istiqaməti yalnız sifətdən ismə və feildən ismə doğru olmur. İsimlər də müəyyən kontekstlərdə sifət funksiyasına keçə bilirlər.
Məsələn:
une robe orange
une voiture sport
une veste marron
Orange, marron kimi bəzi rəng adları tarixən isimlərlə əlaqəli olsa da, müasir fransız dilində rəng bildirən sifət funksiyasında işlənir.
Bu proses dilin nominativ imkanlarını genişləndirir. Əvvəlcə konkret əşya və ya anlayışı bildirən söz başqa obyektin xüsusiyyətini göstərmək üçün işlənməyə başlayır.
Belə nümunələr göstərir ki, konversiya sözlərarası münasibətləri və onların qrammatik statusunu dəyişdirən çevik prosesdir.
Fransız dilində konversiyanın leksik-semantik baxımdan maraqlı formalarından biri xüsusi adların ümumi ad kimi işlənməsidir.
Bu proses nəticəsində şəxs, marka və ya yer adı müəyyən əşya və ya hadisənin ümumi adını ifadə edə bilər.
Məsələn:
Frigidaire → un frigidaire
Tarixən xüsusi ad olan marka adı müəyyən məişət əşyasının ümumi adı kimi işlənə bilir. Bu tip proseslərdə konversiya ilə yanaşı leksikləşmə və semantik ümumiləşmə də baş verir. Müasir fransız dilində konversiya nümunələrinin xüsusi adlardan ümumi adlara keçidi də əhatə edə bildiyi göstərilir.
Bu hadisə dilin sosial və mədəni inkişafı ilə sıx bağlıdır. Müəyyən məhsul və ya anlayış cəmiyyətdə geniş yayıldıqda onun xüsusi adı ümumi kateqoriyanın ifadəsinə çevrilə bilər.
Konversiyanın əsas xüsusiyyətlərindən biri onun sintaktik nəticələridir. Söz başqa nitq hissəsinə keçdikdə onun cümlədəki sintaktik mövqeyi də dəyişir.
Məsələn:
Il veut partir.
Burada partir infinitivdir və veut feilindən asılıdır.
Lakin:
Le partir est difficile.
Burada partir isimləşmiş vahid kimi işlənərək nominal qrupun nüvəsinə çevrilir.
Eyni hadisəni rire nümunəsində də görmək mümkündür:
Les enfants aiment rire.
Burada rire infinitivdir.
Le rire des enfants est agréable.
Burada rire isimdir.
Beləliklə, konversiya nəticəsində sözün sintaktik distribusiyası dəyişir. O, əvvəllər daxil ola bilmədiyi sintaktik konstruksiyalarda işlənməyə başlayır.
Bu baxımdan konversiyanı yalnız morfoloji hadisə kimi qəbul etmək məhdud yanaşma olardı. Əslində, konversiya morfologiya, sintaksis və semantikanın kəsişmə nöqtəsində meydana çıxan kompleks prosesdir. Konversiya zamanı sözün qrammatik kateqoriyasının dəyişməsi çox vaxt onun mənasına da təsir göstərir. Bununla belə, semantik dəyişmə hər zaman tam və radikal olmur.
Məsələn:
Devoir feili “borclu olmaq”, “etməli olmaq” mənalarını ifadə edir:
Je dois travailler.
Lakin le devoir isim formasında “vəzifə”, “borc”, “tapşırıq” mənalarını qazana bilər:
Il a accompli son devoir.

Burada sözün əsas semantik nüvəsi qorunur, lakin yeni qrammatik kateqoriya əsasında leksik məna konkretləşir.
Eyni şəkildə:
pouvoir → le pouvoir
Feil kimi pouvoir imkan və bacarıq bildirir:
Je peux venir.
İsim kimi isə le pouvoir hakimiyyət, səlahiyyət və ya güc mənasında işlənir:
Le pouvoir politique.
Bu nümunələr göstərir ki, konversiya zamanı qrammatik dəyişiklik leksik-semantik diferensiasiya ilə müşayiət oluna bilər.

Konversiyanı daha yaxşı başa düşmək üçün onu affiksal derivasiya ilə müqayisə etmək lazımdır.Affiksal derivasiya zamanı yeni sözün yaranması üçün sözün kökünə və ya əsasına prefiks və ya suffiks əlavə edilir:
possible → impossible
actif → activité
nation → national.
Konversiyada isə belə formal element iştirak etmir:
rire → le rire
beau → le beau
savoir → le savoir.
Bu iki proses arasında ümumi cəhət onların hər ikisinin söz yaradıcılığına xidmət etməsidir. Fərq isə yeni vahidin yaradılması üsulundadır.
Affiksal derivasiya:
forma dəyişir + kateqoriya dəyişə bilər.
Konversiya:
forma əsasən dəyişmir + kateqoriya dəyişir.
Bu baxımdan konversiya “formal sıfırla” həyata keçirilən söz yaradıcılığı modeli kimi də izah edilir.Lakin bu məsələ nəzəri baxımdan mübahisəlidir. Bəzi tədqiqatçılar konversiyanı derivasiya kimi qəbul edir, digərləri isə onu rekateqoriyalaşma prosesi hesab edirlər. Fransız dilində qeyri-affiksal söz yaradıcılığı ilə bağlı araşdırmalarda bu nəzəri fərqlərin uzun müddət müzakirə edildiyi göstərilir.Müasir fransız dili sosial və texnoloji dəyişikliklərin təsiri altında sürətlə inkişaf edir. Yeni kommunikasiya vasitələri, internet, sosial şəbəkələr, informasiya texnologiyaları və media dili yeni sözlərin yaranmasına şərait yaradır. Bu şəraitdə konversiya dilin çevikliyini təmin edən mexanizmlərdən biri kimi çıxış edir.
Müasir danışıq dilində sözlərin müxtəlif nitq hissələri arasında keçidi xüsusilə diqqətçəkəndir. Danışan şəxs yeni anlayışı ifadə etmək üçün mövcud sözün qrammatik imkanlarını genişləndirə bilər. Bu zaman dilin iqtisadiyyat prinsipi də özünü göstərir: yeni anlayışı ifadə etmək üçün mütləq yeni fonetik forma yaratmağa ehtiyac qalmır.
Konversiya bu baxımdan dilin ekonomikliyi ilə bağlıdır. Mövcud dil materialı yeni funksiyada istifadə olunur və bunun nəticəsində həm yeni ifadə imkanları yaranır, həm də dilin struktur bütövlüyü qorunur.Müasir fransız dilində konversiyanın məhsuldarlığı onun yalnız klassik və ədəbi nümunələrlə məhdudlaşmadığını göstərir. Danışıq dili, media və yeni kommunikasiya formaları konversiyanın yeni nümunələrinin meydana çıxmasına əlverişli şərait yaradır.Konversiyanın funksiyası yalnız yeni söz yaratmaqdan ibarət deyil. O, həm də üslubi məqsədlərə xidmət edə bilər.Xüsusilə isimləşmiş sifətlər və feillər bədii mətnlərdə abstraktlaşdırma, ümumiləşdirmə və ifadəlilik yaradır.
Məsələn:
Le beau, le vrai et le juste sont des valeurs universelles.

Burada üç sifətin isimləşməsi onların mənasının konkret obyektlərdən uzaqlaşdıraraq abstrakt anlayışlara çevirir.

Eyni zamanda, danışıq dilində konversiya ifadəni daha yığcam və canlı edə bilər. Müəyyən sözlərin qeyri-adi qrammatik funksiyada işlənməsi ekspressivlik yaradır.

Bu səbəbdən konversiya fransız dilinin yalnız qrammatik deyil, həm də üslubi resurslarından biri hesab edilə bilər.Fransız dilini xarici dil kimi öyrənənlər üçün konversiya xüsusi çətinlik yarada bilər. Bunun əsas səbəbi sözün formasının dəyişməməsi, lakin onun qrammatik funksiyasının dəyişməsidir.

Məsələn, tələbə pouvoir sözünü yalnız feil kimi öyrənmişdirsə, le pouvoir formasını gördükdə onun isim olduğunu müəyyənləşdirməkdə çətinlik çəkə bilər.

Eyni vəziyyət aşağıdakı nümunələrdə də müşahidə olunur:

le savoir
le devoir
le rire
le dîner
le vrai
le beau.

Bu səbəbdən fransız dilinin tədrisində konversiyanın ayrıca izah edilməsi məqsədəuyğundur. Şagird və tələbələrə yalnız nitq hissələrinin formal əlamətləri deyil, onların kontekstual funksiyasında öyrədilməlidir.Konversiyanın tədrisində müqayisəli üsuldan istifadə xüsusilə səmərəli ola bilər. Məsələn, eyni sözün müxtəlif cümlələrdə necə fərqli funksiyada işlənməsi göstərilə bilər:

Il sait parler français.
Le savoir est important.

Birinci nümunədə sait feil formasının tərkibindədir, ikinci nümunədə savoir isimdir.

Başqa bir nümunə:

Ils veulent partir.
Le vouloir ne suffit pas.

Belə müqayisələr tələbəyə konversiyanın mahiyyətini daha asan mənimsəməyə imkan verir.Konversiyanın əsas elmi əhəmiyyəti onun dilin müxtəlif səviyyələrini birləşdirməsindədir.

Morfoloji səviyyədə sözün forması əsasən sabit qalır.Sintaktik səviyyədə sözün cümlədəki funksiyası dəyişir. Semantik səviyyədə isə söz yeni qrammatik statusa uyğun məna qazanır.Bu üç səviyyənin qarşılıqlı əlaqəsini aşağıdakı sxemlə ümumiləşdirmək olar:

Mövcud söz → formal sabitlik → qrammatik kateqoriyanın dəyişməsi → sintaktik funksiyanın dəyişməsi → semantik diferensiasiya → yeni leksik-qrammatik vahid.

Məsələn:

rire (V) → le rire (N)

Burada:

- rire – feil
- le – nominal determinativ;
- le rire – isim;
- sintaktik funksiya – nominal qrupun nüvəsi;
- semantik məna – gülüş prosesi və ya hadisəsi.

Beləliklə, konversiya dil sistemində çoxsəviyyəli transformasiya yaradır.

Nəticə

Fransız dilində qrammatik konversiya dilin leksik-qrammatik sisteminin çevikliyini təmin edən mühüm və məhsuldar proseslərdən biridir. Onun əsas xüsusiyyəti sözün formal quruluşunda nəzərəçarpacaq dəyişiklik baş vermədən qrammatik kateqoriyasının və sintaktik funksiyasının dəyişməsidir. Fransız dilçiliyində bu proses ənənəvi olaraq dérivation impropre, müasir terminologiyada isə əsasən conversion adlandırılır. Dérivation zéro və recatégorisation terminləri də prosesin müxtəlif nəzəri aspektlərini ifadə etmək üçün istifadə olunur.

Tədqiqat göstərir ki, fransız dilində konversiyanın ən məhsuldar modellərindən biri feil → isim keçididir. Le rire, le savoir, le pouvoir, le devoir, le dîner kimi nümunələr bu prosesin fransız dilinin lüğət tərkibində nə qədər sabit və məhsuldar olduğunu göstərir. Sifət → isim modeli də geniş yayılmışdır: le beau, le vrai, un malade, un jeune, un riche kimi vahidlər bunun nümunəsidir.

Konversiyanın başqa mühüm xüsusiyyəti onun sintaktik və semantik dəyişikliklərlə müşayiət olunmasıdır. Sözün nitq hissəsi dəyişdikdə onun cümlədəki mövqeyi, digər sözlərlə əlaqəsi və funksiyası da dəyişir. Bununla yanaşı, yeni qrammatik status sözün semantik imkanlarını genişləndirə və ya konkretləşdirə bilər.

Konversiya affiksal derivasiya ilə müqayisədə formal baxımdan daha qənaətcil mexanizmdir. Yeni söz yaratmaq üçün yeni affiksə ehtiyac qalmır; mövcud dil vahidi yeni qrammatik funksiyada istifadə edilir. Bu xüsusiyyət konversiyanın dilin iqtisadiyyat və qənaət prinsipi ilə əlaqəsini göstərir.

Məqalənin təhlili əsasında belə nəticəyə gəlmək olar ki, konversiya fransız dilində yalnız söz yaradıcılığı hadisəsi deyil. O, morfologiya, sintaksis və semantikanın qarşılıqlı əlaqəsini nümayiş etdirən kompleks dil hadisəsidir. Bu proses bir tərəfdən dilin lüğət tərkibinin zənginləşməsinə, digər tərəfdən isə mövcud sözlərin funksional imkanlarının genişlənməsinə xidmət edir.

Konversiyanın fransız dilinin xarici dil kimi tədrisində də xüsusi əhəmiyyəti vardır. Çünki öyrənənlər sözün formasının dəyişməməsi səbəbindən onun yeni qrammatik statusunu müəyyənləşdirməkdə çətinlik çəkə bilərlər. Bu baxımdan konversiyanın konkret nümunələr və kontekstual təhlil əsasında öyrədilməsi fransız dilində leksik-qrammatik kompetensiyanın formalaşdırılmasına mühüm töhfə verə bilər.

Beləliklə, fransız dilində qrammatik konversiya dilin tarixi inkişafında formalaşmış, müasir mərhələdə isə öz məhsuldarlığını qoruyan və yeni kommunikativ ehtiyaclara uyğunlaşan mühüm mexanizmdir. Onun öyrənilməsi fransız dilinin söz yaradıcılığı sisteminin, qrammatik quruluşunun və leksik-semantik inkişaf qanunauyğunluqlarının daha dərindən başa düşülməsinə imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Arrivé, M., Gadet, F., & Galmiche, M. (1986). La grammaire d'aujourd'hui: Guide alphabétique de linguistique française. Paris: Flammarion.
2. Bally, C. (1950). Linguistique générale et linguistique française. Berne: A. Francke.
3. Dubois, J., Giacomo, M., Guespin, L., Marcellesi, C., Marcellesi, J.-B., & Mével, J.-P. (1994). Dictionnaire de linguistique et des sciences du langage. Paris: Larousse.
4. Grevisse, M., & Goosse, A. (2016). Le Bon Usage: Grammaire française. Bruxelles: De Boeck Supérieur.
5. Neveu, F. (2004). Dictionnaire des sciences du langage. Paris: Armand Colin.
6. Riegel, M., Pellat, J.-C., & Rioul, R. (1994). Grammaire méthodique du français. Paris: Presses Universitaires de France.

Biological Sciences

THE EFFECT OF PRENATAL HYPOKINESIA ON BODY WEIGHT IN RAT OFFSPRING DURING EARLY POSTNATAL DEVELOPMENT

Nargiz Shaik Mahmudova
PhD (Biology), Senior Researcher, Living Systems Research Institute, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
Gunay Shukur Hajiyeva
Senior Laboratory Assistant, Living Systems Research Institute, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

The modern lifestyle is often associated with a substantial reduction in daily physical activity, which may adversely affect the functioning of various body systems and influence important physiological and biometric parameters. Physical activity is an essential component of normal physiological functioning, and both insufficient and excessive physical activity may have negative consequences for health. The level of physical activity required for optimal functioning varies among individuals and depends on physiological conditions and developmental stage.

In recent decades, reduced physical activity has become an increasingly relevant concern, particularly in economically developed countries. Prolonged restriction of movement may lead to a decline in functional capacity and contribute to disturbances in the regulation of various physiological processes. Hypokinesia, defined as a reduction in the volume of physical movement, is therefore of considerable interest in experimental physiology. Although the consequences of restricted physical activity in adults have been studied in considerable detail, its potential effects during prenatal development remain insufficiently understood.

Prenatal development is a particularly sensitive period during which environmental conditions may influence the growth and subsequent functional characteristics of the developing organism. Maternal physiological conditions can affect the intrauterine environment, potentially influencing offspring development and their adaptation during the early postnatal period. Restriction of maternal movement during pregnancy represents an experimental model that can be used to investigate the consequences of reduced physical activity at different stages of prenatal development.

Body weight is an important biometric indicator of growth and developmental status in young animals. Assessing body weight at different postnatal ages makes it possible to identify potential differences in growth between offspring exposed to prenatal hypokinesia and those developing under standard conditions. Comparing the effects of hypokinesia during distinct stages of prenatal development may also help identify periods of increased sensitivity to restricted maternal movement.

Despite the physiological significance of this issue, the effects of maternal hypokinesia during different stages of prenatal development on body weight in rat offspring during early postnatal life require further investigation.

The aim of this study was to investigate changes in body weight in rat offspring during early postnatal development following maternal hypokinesia induced at different stages of pregnancy.

The experiments were conducted on Wistar albino rats maintained under standard vivarium conditions at the Institute of Physiology named after Academician Abdulla Karaev. The study included 60 offspring (22 control and 38 experimental animals) born to 25 dams (4 control and 21 experimental dams). Throughout pregnancy, the control animals were housed under standard conditions in metal cages measuring 50 × 30 × 30 cm, with two to three animals per cage. To induce hypokinesia, specially designed cages measuring 14 × 8 × 20 cm were constructed, with one pregnant female placed in each cage. Hypokinesia was induced in pregnant rats during three ontogenetic periods: the embryonic period (E0–E7), the pre-fetal period (E8–E14), and the fetal period (E15–E21).

The mean body weight of 10-day-old control rat pups was 15.5 ± 1.7 g. The corresponding mean body weights of experimental animals were 12.5 ± 1.3 g following hypokinesia during the embryonic period, 10.0 ± 1.4 g following hypokinesia during the pre-fetal period, and 11.5 ± 1.2 g following hypokinesia during the fetal period.

The mean body weight of 20-day-old control rat pups was 22.1 ± 6.7 g. In the experimental groups, the corresponding values were 15.4 ± 3.5 g, 17.6 ± 2.8 g, and 15.0 ± 1.5 g following hypokinesia during the embryonic, pre-fetal, and fetal periods, respectively.

The mean body weight of one-month-old control animals was 32.7 ± 5.6 g. The corresponding mean body weights of experimental animals were 27.7 ± 7.5 g following hypokinesia during the embryonic period, 29.8 ± 2.1 g following hypokinesia during the pre-fetal period, and 30.9 ± 1.5 g following hypokinesia during the fetal period.

The findings indicate that maternal hypokinesia during prenatal development is associated with reduced body weight in rat offspring during the early postnatal period. The magnitude of these differences varied depending on the developmental stage during which hypokinesia was induced and the postnatal age of the offspring.

At 10 days of age, the greatest reduction in mean body weight was observed in offspring exposed to maternal hypokinesia during the pre-fetal period. At 20 days of age, the lowest mean body weight was recorded in the group exposed during the fetal period, while at 30 days of age, the greatest difference from the control group was observed in offspring exposed during the embryonic period.

These findings suggest that restriction of maternal movement at different stages of prenatal development may differentially affect body weight during early postnatal growth. Further studies are needed to clarify the mechanisms underlying these effects and to determine whether the observed differences persist during subsequent development.

Keywords: rat, prenatal development, hypokinesia, body weight.

The Molecular Logic of Newly Detected Disease

David Aphkhazava
PhD, Associate Professor at Grigol Robakidze University, Tbilisi, Georgia; Professor, University of Georgia, Tbilisi, Georgia. Orcid: https://orcid.org/0000-0001- 6216-64
Maia Nozadze
PhD, Professor, University of Georgia, Tbilisi, Georgia
Irakli Gogiashvili
Assistant Professor at Grigol Robakidze University, Tbilisi, Georgia
Mzia Tsiklauri
PhD, Affiliated Professor of the Medical Programs of Gr.Robakidze University, Microbiology, Immunology, Virology, Infection Control. Invited Professor of the Medical Programs of Alte University, Tbilisi, Georgia. Invited Professor of the Medical Programs of Caucasus International University, Laboratory Medicine, Tbilisi, Georgia. Member of the Georgian Immunologists Association, Member of the Accreditation Council of the Quality Development, Center of the Ministry of Education of Georgia
Manana Makharadze
Prof. David Agmashenebeli University of Georgia, Tbilisi, Georgia.
Maia Berodze
Assistant Professor at Caucasus International University, Tbilisi, Georgia
Nodar Sulashvili
MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical and Pharmacological Sciences In Medicine, Invited Lecturer (Professor) of Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University; Professor of Medical and Clinical Pharmacology of International School of Medicine at Alte University; Professor of Pharmacology of Faculty of Medicine at Georgian National University SEU, Associate Affiliated Professor of Medical Pharmacology of Faculty of Medicine at Sulkhan-Saba Orbeliani University; Associate Professor of Medical Pharmacology at School of Medicine at David Aghmashenebeli University of Georgia; Associate Professor of Biochemistry and Pharmacology Direction of School of Health Sciences at the University of Georgia. Associate Professor of Pharmacology of Faculty Dentistry and Pharmacy at Tbilisi Humanitarian Teaching University; Tbilisi, Georgia; Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9005-8577.
Giorgi Margvelani
Prof. European University, Tbilisi, Georgia
Ramashish Subhashchandra Vishwakarma
University of Georgia, Tbilisi, Georgia
Jasem Ali Akbar
Alte University, Tbilisi, Georgia
Rajeshwari Ashok Kachkure
Georgian American University, Tbilisi, Georgia
Ayshath Shaharban Cheriya Veettil
University of Georgia, Tbilisi, Georgia

Twisha Yelakanti
Georgian American University, Tbilisi, Georgia
Nino Maziashvili
Associate Professor, University of Georgia, Tamar Gagoshidze Neuropsychology Center, Tbilisi, Georgia
Lolita Shengelia
PhD, Invited lecturer of Georgian National University, Tbilisi, Georgia; Invited lecturer of Georgian American University, Tbilisi, Georgia
George Maglakelidze
PhD, Professor, University of Georgia, Tbilisi, Georgia
Ilia Atanelishvili
Medical University of South Carolina, Charleston, SC, USA

Corresponding Author: Prof. David Aphkhazava

Abstract
Newly detected diseases have accumulated rapidly over the past fifteen years, driven by exome and genome sequencing, by the intensely monitored cohorts created during the COVID-19 pandemic, and by culture-independent pathogen surveillance. This review examines twenty such entities and reconstructs the molecular mechanisms that define them. It covers monogenic autoinflammatory disease arising from failed ubiquitin homeostasis (VEXAS syndrome, haploinsufficiency of A20, otulipenia, PAAND), proteasome failure (PRAAS/CANDLE), interferonopathies caused by constitutive nucleic acid sensing (SAVI, COPA syndrome, MDA5 gain-of-function disease), inflammasomopathies driven by spontaneous caspase-1 activation (NLRC4 enterocolitis), and ADA2 deficiency as a deficiency vasculopathy. It then turns to syndromes defined in real time during the pandemic (MIS-C, vaccine-induced immune thrombotic thrombocytopenia, long COVID) and to newly detected pathogens, including a tick-borne phlebovirus, a shrew-borne henipavirus and the multidrug-resistant yeast Candida auris. For each entity, the review describes the responsible gene or pathogen, the aberrant biochemical step, the compartment and lineage in which the defect acts, and the downstream cytokine or cell-death programme, and it notes where competing mechanistic models remain unresolved. Three unifying principles emerge. First, most of these disorders displace the threshold at which a signal becomes an action rather than creating a new pathway, which explains why clinically dissimilar syndromes share interferon-stimulated gene signatures and respond to drugs chosen by pathway rather than by diagnosis. Second, homeostatic failure is converted into inflammation indirectly, through proteotoxic stress, protein mislocalisation and lytic cell death that are then sensed by inflammasomes and nucleic acid receptors. Third, compartment specificity and somatic mosaicism determine phenotype, as in VEXAS syndrome, where a myeloid-restricted UBA1 variant produces both marrow dysplasia and systemic inflammation that can be dissociated experimentally. Infectious examples add that severity depends as much on immune amplification as on microbial cytotoxicity, and that post-infectious syndromes may be sustained by antigen that is never fully cleared. Translation has followed these mechanisms: anticytokine biologics, JAK inhibition, haematopoietic transplantation and pathway-selective small molecules are now selected by lesion rather than by label. The principal remaining obstacle is recognition, since most patients with a defined molecular disease are still diagnosed as something else; the practical task is to move genotyping and pathway profiling earlier in the diagnostic pathway.
Keywords: autoinflammation; type I interferonopathy; somatic mosaicism; ubiquitin; inflammasome; emerging infectious disease; post-infectious syndromes; VEXAS syndrome

1. Why new diseases keep appearing

Every decade adds names to the nosology of human disease, and the past fifteen years have been unusually productive. Three forces explain the expansion. First, exome and genome sequencing has converted unexplained fevers, rashes and cytopenias into discrete molecular diagnoses, sometimes within single families and sometimes, as in VEXAS syndrome, within single patients whose mutation exists only in a fraction of blood cells (Beck et al., 2020). Second, the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic generated large, intensely monitored cohorts in which entirely new post-infectious phenotypes could be recognised within months (Noval Rivas and Arditi, 2023). Third, culture-independent surveillance has exposed pathogens that circulated unnoticed for years, from tick-borne bunyaviruses to shrew-borne henipaviruses (Yu et al., 2011; Zhang et al., 2022).

The intellectual value of these discoveries lies less in the names than in the mechanisms they expose. Each new disease functions as a natural experiment: a single mutation, or a single microbe, reveals which node of a signalling network is rate-limiting for human inflammation and what happens when that node is displaced. Disorders of ubiquitylation make the point. When A20, OTULIN or UBA1 is damaged, the consequence is not a general collapse of immunity but a stereotyped hyperinflammatory state, because these molecules set activation thresholds rather than acting as simple on-off switches (Aksentijevich and Zhou, 2017; Beck et al., 2022).

A second theme is convergence. Mutations in at least a dozen genes, and infection with several unrelated viruses, funnel into a small number of effector pathways: interleukin-1β (IL-1β) maturation through the inflammasome, nuclear factor κB (NF-κB) activation downstream of ubiquitin-dependent signalling, and type I interferon production driven by cytosolic nucleic acid sensing (Cetin Gedik et al., 2022; Spaan et al., 2025). Clinically distinct syndromes therefore share biomarkers such as interferon-stimulated gene signatures, and they respond to drugs chosen by pathway rather than by diagnosis.

This review examines twenty such entities, including monogenic autoinflammatory and interferonopathic diseases, disorders of somatic mosaicism, vaccine- and infection-triggered hyperinflammatory syndromes, and newly detected pathogens, and reconstructs the molecular mechanisms that define them. The aim is not exhaustive coverage but mechanistic comparison: to show how one altered residue, one mislocalised protein or one new viral accessory gene can be converted into a coherent explanation of fever, cytopenia, thrombosis or fibrosis. Where the evidence is young, competing models are presented side by side, because the newest diseases are also those whose mechanisms remain most contested. Where mechanisms remain contested, the discussion says so explicitly rather than resolving the disagreement by assertion.

2. VEXAS Syndrome: Somatic UBA1 Mutation and Failure of Ubiquitin Activation

A post-zygotic disease of the myeloid lineage

VEXAS syndrome, described in 2020 and named for vacuoles, E1 enzyme, X-linked, autoinflammatory and somatic features, was the first rheumatic disease defined by acquired somatic mutation rather than by germline inheritance (Beck et al., 2020). The affected gene, UBA1, lies on the X chromosome and encodes the ubiquitin-activating enzyme that catalyses the first step of the ubiquitin cascade. UBA1 initiates ubiquitin conjugation by forming a thioester bond between its active-site cysteine and the carboxy-terminus of ubiquitin; without it, no polyubiquitin chain can be assembled, and no substrate can be targeted to the proteasome (Beck et al., 2022).

Two protein isoforms arise from alternative translational initiation. A long nuclear isoform, UBA1a, begins at methionine 41, whereas a shorter cytoplasmic isoform, UBA1b, begins at methionine 67. The recurrent pathogenic variants, p.Met41Thr, p.Met41Val and p.Met41Leu, destroy the initiation codon of the long isoform while leaving the downstream start site intact. The result is paradoxical: nuclear UBA1a is lost, and the residual cytoplasmic enzyme is catalytically

incompetent, so global ubiquitin conjugation falls while free ubiquitin accumulates (Nakajima and Kunimoto, 2025). Cells respond with a heat-shock and integrated stress programme, and with activation of innate immune signalling that is disproportionate to the modest reduction in enzyme activity.

The distribution of the mutation explains the late onset and the haematological focus of the disease. Variant allele fractions reach thirty to sixty per cent in bone marrow myeloid cells and CD34-positive progenitors but remain low or undetectable in lymphocytes, hair follicles and skin fibroblasts, indicating that the variant arises in a multipotent haematopoietic stem or progenitor cell and confers a myeloid-restricted advantage (van der Made et al., 2022; Patel et al., 2026). Because the gene is X-linked, hemizygous men require only one hit, whereas women are affected rarely and usually carry skewed X-inactivation.

The cellular phenotype follows directly from failed proteostasis. Erythroid and myeloid precursors develop cytoplasmic and nuclear vacuoles, the morphological hallmark that gave the syndrome its name. Monocytes and neutrophils show constitutive secretion of IL-1β, IL-6 and tumour necrosis factor (TNF), together with a type I interferon signature, and they display increased cell death that releases damage signals into the marrow microenvironment (Holden et al., 2025; Narendra et al., 2026). Recent work separates two consequences of the same mutation: an intrinsic myeloid differentiation bias that drives cytopenia and myelodysplasia, and a distinct inflammatory programme that drives fever and tissue inflammation. Therapeutic consequences follow from this lineage restriction rather than from the identity of the variant itself (Fig. 1).

Figure 1. From newly detected disease to convergent inflammatory mechanisms

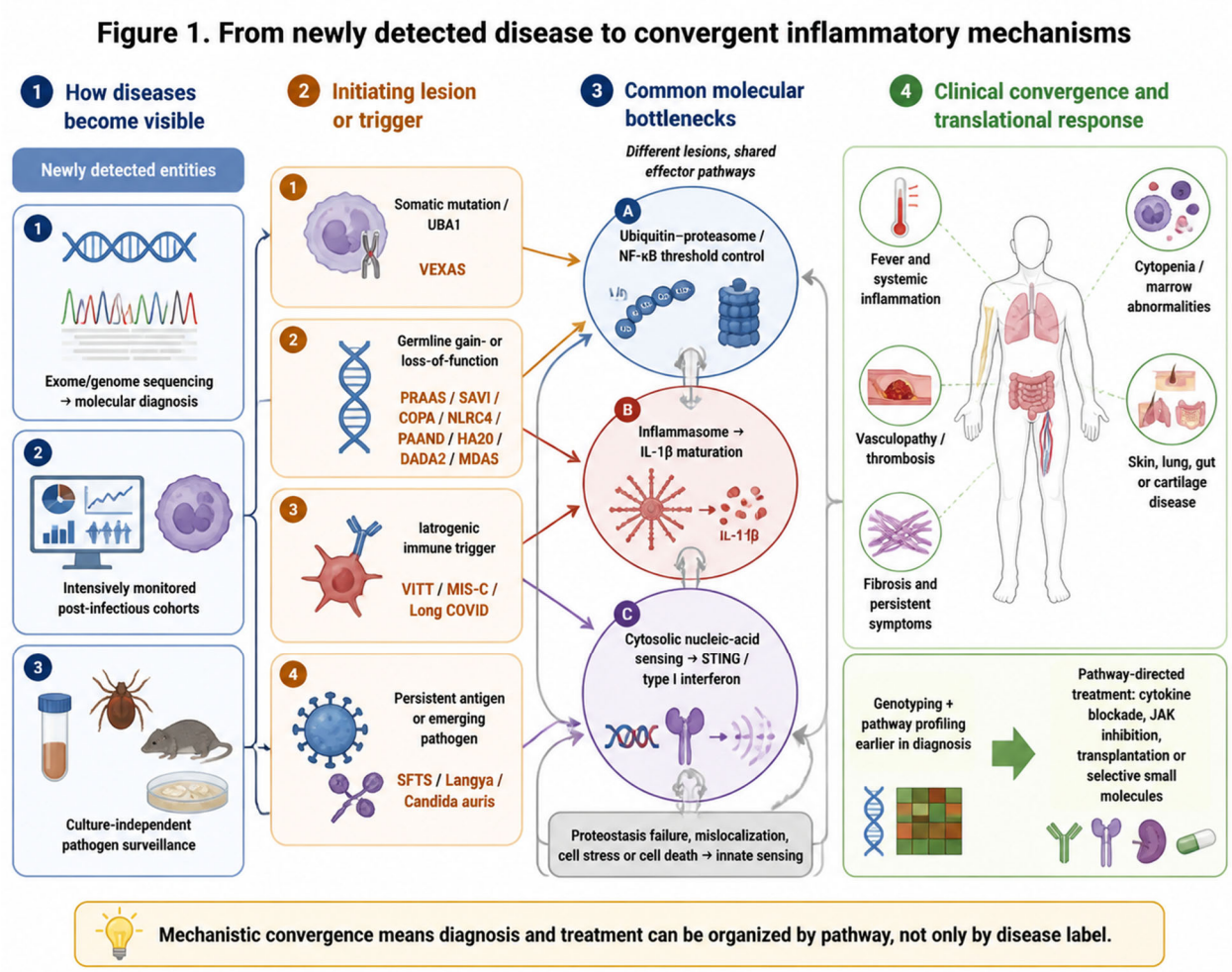


Figure 1. Mechanistic framework linking the detection of newly recognized diseases to convergent inflammatory pathways. Newly detected diseases become clinically recognizable through complementary discovery routes, including exome and genome sequencing, intensive surveillance of post-infectious cohorts, and culture-independent pathogen surveillance. These approaches

identify diverse initiating lesions and triggers, including somatic mutations restricted to specific hematopoietic lineages, germline gain- or loss-of-function variants, iatrogenic immune activation, persistent antigenic stimulation, and emerging microbial pathogens. Despite their distinct origins, these disorders converge on a limited number of inflammatory bottlenecks. Major pathways include ubiquitin–proteasome and NF-κB threshold regulation, inflammasome activation with maturation of interleukin-1β (IL-1β), and cytosolic nucleic-acid sensing through STING and type I interferon signaling. Proteostasis failure, defective intracellular trafficking, protein mislocalization, cellular stress, and cell death can further amplify innate immune activation. The resulting inflammatory programs produce overlapping clinical manifestations, including fever, cytopenias, marrow abnormalities, vasculopathy, thrombosis, skin, pulmonary, gastrointestinal or cartilage involvement, fibrosis, and persistent post-infectious symptoms. This mechanistic organization supports earlier integration of genotyping and pathway profiling into diagnosis and favors pathway-directed treatment—including cytokine blockade, Janus kinase inhibition, hematopoietic stem-cell transplantation, and selective small-molecule therapies—rather than reliance on disease labels alone.

3. VEXAS Syndrome: From Marrow Clone to Systemic Inflammation

Phenotype, haematological overlap and treatment

The clinical core of VEXAS is a triad of fever, chondritis and neutrophilic dermatosis, accompanied by pulmonary infiltrates, orbital inflammation and venous thromboembolism. Chondritis affects the ears, nose and costal cartilages; the skin shows Sweet syndrome-like plaques, livedo and painful nodules; pulmonary involvement includes organising pneumonia and pleural effusion (Borie et al., 2023). Macrocytic anaemia and thrombocytopenia are almost universal, and the inflammatory markers remain elevated between attacks, which distinguishes the disease from inherited periodic fever syndromes with symptom-free intervals.

Bone marrow examination shows hypercellularity with prominent vacuolation of myeloid and erythroid precursors, and a substantial minority of patients meet morphological criteria for myelodysplastic syndrome, usually with an excess of blasts or multilineage dysplasia (Patel et al., 2026). The overlap is mechanistic rather than coincidental: the same clone that sustains inflammation also sustains dysplasia, and cytopenias persist when inflammation is controlled. Progression to myelodysplastic syndrome, plasma cell dyscrasia or, rarely, acute myeloid leukaemia is the principal determinant of survival, and clonal architecture at diagnosis predicts the trajectory.

Treatment remains unsatisfactory. High-dose glucocorticoids control flares but cannot be tapered in most patients. Janus kinase (JAK) inhibition with ruxolitinib reduces steroid requirement and improves constitutional symptoms by interrupting the interferon and IL-6 signalling that sustains the inflammatory loop, and the drug has become the most widely used steroid-sparing agent in retrospective series (Holden et al., 2025). IL-6 blockade produces inconsistent responses, IL-1 blockade is largely ineffective, and hypomethylating agents such as azacitidine reduce both inflammation and transfusion dependence in patients with dysplastic features.

Allogeneic haematopoietic stem cell transplantation is the only intervention that eliminates the mutant clone and has produced durable remissions in selected patients, although age and comorbidity restrict its use. Two observations now shape the therapeutic agenda. First, the prevalence of pathogenic UBA1 variants is higher than the number of diagnosed cases, with roughly one affected individual per 13,600 people in a large United States health system, implying that many patients are labelled as refractory polychondritis or atypical myelodysplasia (Beck et al., 2023). Second, the inflammatory and dysplastic programmes can be dissociated experimentally, which suggests that pathway-selective drugs, rather than global immunosuppression, should be the goal. Steroid-sparing strategies should be planned early, because cumulative glucocorticoid exposure is a major source of morbidity. Vaccination, vigilance for thrombosis during flares, and

marrow examination with cytogenetics when cytopenias deepen are all part of routine care. Marrow failure and inflammation must therefore be treated as parallel problems rather than as one problem with two faces.

4. Proteasome-Associated Autoinflammatory Syndromes: When Degradation Fails

Proteotoxic stress as an inflammatory signal

The proteasome-associated autoinflammatory syndromes (PRAAS) comprise a group of Mendelian disorders caused by hypomorphic variants in constitutive and immunoproteasome subunits or in the chaperones that assemble them. The prototype, chronic atypical neutrophilic dermatosis with lipodystrophy and elevated temperature (CANDLE), was grouped with Nakajo-Nishimura syndrome and joint contractures, muscular atrophy, microcytic anaemia and panniculitis-induced lipodystrophy (JMP) once it became clear that all three arise from failure of the same organelle (Cetin Gedik et al., 2022). Reported genes include PSMB8, PSMB9, PSMB4, PSMA3, PSMD12 and POMP, and the list continues to grow as sequencing is applied to undiagnosed early-onset inflammation.

Mechanistically, impaired proteasome assembly reduces the capacity to degrade ubiquitinated proteins, and the resulting accumulation of aggregates imposes proteotoxic stress. Cells activate heat-shock factor 1 and the unfolded protein response, and they divert newly synthesised ubiquitin towards stress responses rather than towards regulated signalling (Poli, 2024). How proteasome failure is converted into inflammation is still debated: proposed sensors include the accumulation of abnormal peptides presented on HLA class I, leakage of damaged proteins into the cytosol, and chronic activation of NF-κB secondary to impaired turnover of its inhibitors. All models converge on a type I interferon signature, which is the most consistent immunological feature of the group.

Clinically, PRAAS begins in infancy or early childhood with recurrent fever, violaceous annular plaques, periorbital erythema and progressive lipodystrophy. Arthralgia, myositis, hepatosplenomegaly and basal ganglia calcification develop over years, and growth failure is common. Acute-phase reactants are persistently elevated, and interferon-stimulated gene expression in whole blood is high, which distinguishes PRAAS from inflammasomopathies that show IL-1β dominance without a strong interferon signal.

Proteasome dysfunction also damages lymphocyte homeostasis. Recent work shows that T cells from patients undergo cell-cycle arrest and apoptosis, producing a combined immunodeficiency that explains susceptibility to opportunistic infection and complicates the use of broad immunosuppression (Shinebaatar et al., 2025). JAK inhibitors, particularly baricitinib, suppress the interferon signature and have become standard therapy, with glucocorticoids for flares and haematopoietic transplantation reserved for severe progressive disease (Cetin Gedik et al., 2022; Hamazaki et al., 2026). Because the defect is ubiquitous yet the phenotype is inflammatory rather than degenerative, PRAAS illustrates how a housekeeping function can become a signal when its capacity is exceeded. Because the interferon signature falls with effective JAK inhibition, it can be used to monitor adherence and to titrate therapy. Vaccination before immunosuppression and prompt treatment of infection remain essential.

5. SAVI: Gain-of-Function STING and the Interferon Rheostat

Constitutive activation of a cytosolic DNA sensor

STING-associated vasculopathy with onset in infancy (SAVI) was described in 2014 in children with violaceous, ulcerating acral skin lesions, interstitial lung disease and systemic inflammation, and was traced to heterozygous gain-of-function variants in TMEM173, now designated STING1 (Liu et al., 2014). STING is an endoplasmic reticulum-resident dimer that detects cyclic dinucleotides, principally 2'3'-cyclic GMP-AMP generated by the cytosolic sensor cGAS after binding of misplaced double-stranded DNA. Ligand binding triggers trafficking from the endoplasmic reticulum through

the Golgi apparatus, recruitment of TANK-binding kinase 1 (TBK1) and interferon regulatory factor 3 (IRF3), and transcription of type I interferon.

Pathogenic substitutions cluster at the dimer interface and in the transmembrane region, including p.Val147Leu, p.Asn154Ser and p.Val155Met. These changes lock the dimer in an activated conformation that traffics to the Golgi and signals without ligand, so that the cell behaves as though DNA were present in the cytosol even when it is not (Saldanha et al., 2018). Because activation is constitutive, the amount of interferon produced is set by protein abundance and by the rate of STING degradation rather than by the availability of DNA, converting a detection system into a rheostat that is permanently turned past its normal range.

The phenotype follows the distribution of STING. Endothelium and keratinocytes suffer most, producing acral necrosis, panniculitis and nail dystrophy; the lung develops lymphocytic interstitial infiltration and, in older patients, fibrosis and pulmonary hypertension (Clarke et al., 2016). Systemic features include fever, growth failure, elevated acute-phase reactants and a prominent interferon signature, and some patients develop autoantibodies and glomerular disease. Atypical presentations with isolated lung disease or later onset are increasingly recognised, and phenotype severity correlates only loosely with the position of the variant.

Treatment relies on JAK inhibition, which blocks signalling downstream of the interferon receptor and has produced sustained clinical improvement with baricitinib and ruxolitinib (Cetin Gedik et al., 2022). Glucocorticoids are partially effective, and conventional immunosuppressants are not. Because interferon is also required for host defence, therapy must balance control of inflammation against infection risk, and lung disease may progress despite haematological control. SAVI therefore defines a class of disease in which the therapeutic target is not the sensor but the amplitude of its output. Lung disease remains the principal cause of death, and it can progress without corresponding change in acute-phase reactants, so pulmonary function testing and high-resolution imaging are required at intervals independent of inflammatory markers. Early recognition matters because acral necrosis can progress to amputation within weeks if interferon signalling is not suppressed.

6. COPA Syndrome: Vesicle Trafficking as an Interferon Checkpoint

When a coatomer fails to retrieve STING

COPA syndrome was described in 2015 in families with interstitial lung disease, haemorrhagic capillaritis, arthritis and autoantibodies, and was mapped to heterozygous variants in COPA, which encodes the alpha subunit of coat protein complex I (Watkin et al., 2015). COPI is the coatomer that mediates retrograde transport from the Golgi apparatus back to the endoplasmic reticulum and selects cargo through interactions with dilysine motifs. The syndrome demonstrated that a general trafficking molecule can act as a specific immunological checkpoint, because the proteins whose retrieval it governs include regulators of innate immune signalling.

Disease-associated substitutions, most commonly p.Arg233His, lie in the carboxy-terminal WD40 domain that recognises cargo. Mutant alpha-COP assembles into coatomer and interferes with the function of the wild-type protein, so the disorder is dominantly inherited through a dominant-negative mechanism rather than simple haploinsufficiency (Vece et al., 2016). Functional studies showed that mutant COPA fails to bind the cargo adaptor SURF4 and therefore fails to incorporate STING into COPI vesicles, allowing STING to escape retrieval, accumulate in the Golgi and signal constitutively (Deng et al., 2020).

The consequence is a type I interferonopathy with a tissue bias that is still incompletely explained. Lungs show lymphoid interstitial pneumonia, cystic airspace enlargement and alveolar haemorrhage; joints show non-erosive arthritis; kidneys may develop immune complex disease. Interferon-stimulated gene expression is elevated in blood, and patients frequently carry rheumatoid factor, antinuclear antibodies or anti-citrullinated protein antibodies, which has led

to misdiagnosis as juvenile idiopathic arthritis or as early-onset rheumatoid arthritis (Delafontaine et al., 2024).

Additional cargoes contribute to the phenotype. Loss of COPI function impairs retrieval of other endoplasmic reticulum-resident proteins, induces endoplasmic reticulum stress and sensitises cells to apoptosis, and parallel work showed that deficiency of other COPI subunits also activates STING signalling (Steiner et al., 2022). Therapy follows the same logic as in SAVI: JAK inhibitors reduce systemic inflammation and improve lung function in some patients, glucocorticoids are used for flares, and lung transplantation has been required in progressive fibrosis. COPA syndrome thus connects membrane traffic, organelle identity and innate immunity in a single molecular lesion. Because COPI also retrieves proteins required for surfactant homeostasis and alveolar repair, the lung phenotype may combine immune and cell-biological injury. Whether interferon blockade alone prevents fibrosis is unresolved, and progression despite adequate suppression suggests that additional cargo pathways contribute to irreversible remodelling. Where genetic testing is unavailable, the combination of interstitial lung disease, arthritis and autoantibodies in a child should prompt referral to a specialist centre (Fig. 2).

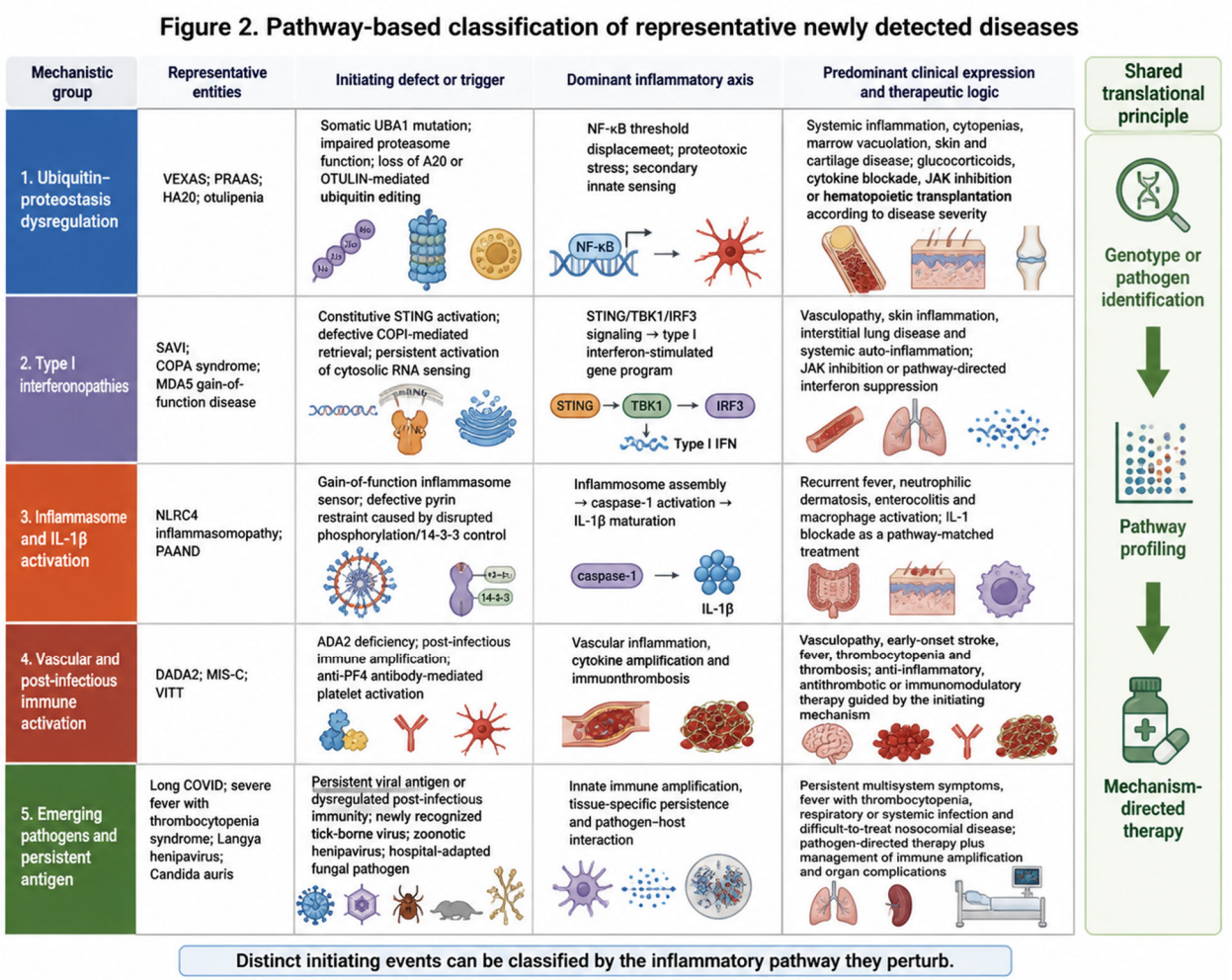


Figure 2. Pathway-based classification of representative newly detected diseases. Newly recognized diseases can be organized according to the molecular defect or immunological trigger that initiates pathology, the principal inflammatory pathway that is perturbed, and the resulting clinical phenotype. Disorders of ubiquitin and proteostasis regulation—including VEXAS syndrome, proteasome-associated autoinflammatory syndromes (PRAAS), haploinsufficiency of A20 (HA20), and otulipenia—alter inflammatory thresholds through defective ubiquitin editing, impaired proteasomal degradation, proteotoxic stress, or secondary innate immune sensing. Type I interferonopathies, represented by STING-associated vasculopathy with onset in infancy (SAVI), COPA syndrome, and MDA5 gain-of-function disease, produce constitutive or dysregulated

cytosolic nucleic-acid sensing and sustained activation of interferon-stimulated gene programs. Inflammasomopathies, including NLRC4 inflammasomopathy and pyrin-associated autoinflammation with neutrophilic dermatosis (PAAND), promote inflammasome assembly, caspase-1 activation, and interleukin-1β (IL-1β) maturation, resulting in recurrent fever, neutrophilic skin disease, enterocolitis, or macrophage activation. Vascular and post-infectious immune disorders, including adenosine deaminase 2 deficiency (DADA2), multisystem inflammatory syndrome in children (MIS-C), and vaccine-induced immune thrombotic thrombocytopenia (VITT), are characterized by vascular inflammation, cytokine amplification, or antibody-mediated immunothrombosis. Emerging pathogens and persistent-antigen syndromes, including long COVID, severe fever with thrombocytopenia syndrome, Langya henipavirus infection, and Candida auris infection, illustrate the contribution of pathogen–host interactions, tissue-specific antigen persistence, and dysregulated innate immune responses to disease expression. Across these categories, identification of the causal genotype, pathogen, or immune trigger enables pathway profiling and supports mechanism-directed treatment, including cytokine blockade, Janus kinase inhibition, antithrombotic therapy, antimicrobial or antiviral treatment, and hematopoietic transplantation when clinically appropriate.

7. NLRC4 Inflammasomopathy: Enterocolitis and Macrophage Activation

A gain-of-function lesion in an inflammasome sensor

In 2014 two groups independently reported gain-of-function mutations in NLRC4 in children with neonatal-onset enterocolitis, recurrent fever, urticaria and episodes of macrophage activation syndrome (Romberg et al., 2014; Canna et al., 2014). NLRC4 is an inflammasome sensor that detects bacterial flagellin and components of type III secretion systems, but only after those ligands are bound by the related NAIP proteins. Assembly of the NAIP-NLRC4 platform recruits apoptosis-associated speck-like protein containing a CARD (ASC), activates caspase-1, and drives cleavage of pro-IL-1β and pro-IL-18 together with pyroptotic cell death.

The pathogenic substitutions, including p.Val341Ala, p.Thr337Ser and p.His443Pro, lie in the nucleotide-binding and helical domains that normally keep the protein autoinhibited. They lower the threshold for assembly so that the inflammasome oligomerises spontaneously, without ligand and without NAIP engagement (Romberg and Vogel, 2017). The resulting caspase-1 activity is constitutive and cell-intrinsic, and it is amplified by a second mechanism: damaged epithelium releases signals that recruit and activate wild-type monocytes, so that the inflammatory burden exceeds the fraction of cells carrying the mutation.

The clinical signature is dominated by the gut and by macrophage activation. Infants present with secretory diarrhoea, failure to thrive and colitis that may require colectomy, together with urticarial or maculopapular rash and arthralgia. Macrophage activation syndrome, with fever, cytopenias, coagulopathy, hyperferritinaemia and hepatosplenomegaly, recurs in a substantial proportion and can be fatal. Plasma IL-18 is characteristically very high, higher than in other inflammasomopathies, and free IL-18 correlates with the severity of macrophage activation (Wang et al., 2026).

Treatment combines IL-1 blockade, which controls fever and rash but often not enterocolitis, with IL-18 blockade and with conventional management of macrophage activation syndrome using glucocorticoids and ciclosporin. Haematopoietic transplantation has been performed in severe cases. The disease is instructive because it separates two outputs of a single inflammasome: IL-1β, which is reversible pharmacologically, and pyroptosis with IL-18 release, which drives tissue destruction and lymphocyte activation and is much less responsive. Because most patients are diagnosed in infancy, growth charts and pubertal assessment are as informative as cytokine measurements in judging long-term control. Because caspase-1 also cleaves gasdermin D, the pore-forming effector of pyroptosis, IL-1 blockade cannot prevent release of the intracellular

contents that sustain enterocolitis. Agents that inhibit caspase-1 directly, and IL-18 blockade, are therefore under study. Long-term follow-up shows that enterocolitis can persist into adulthood and that strictures and growth failure are common in patients who survive the neonatal period (Fug. 3).

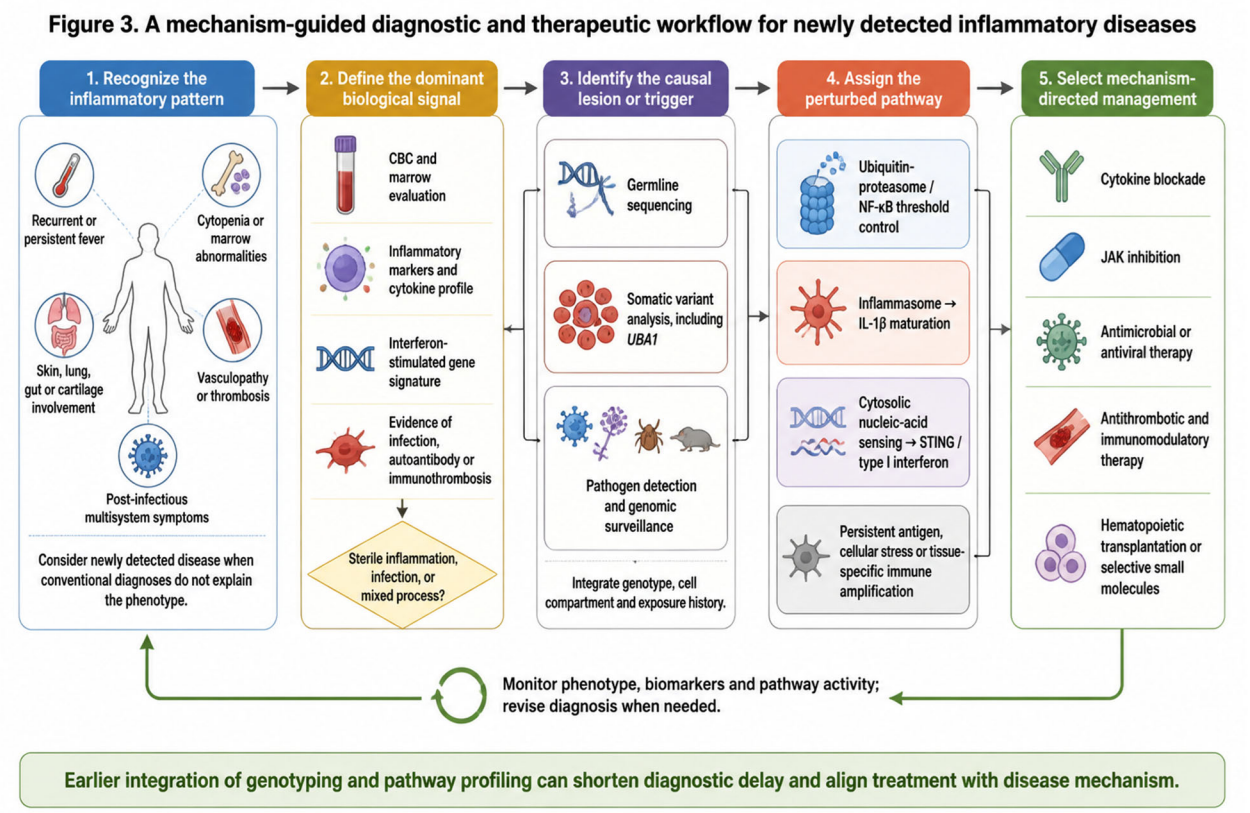


Figure 3. A mechanism-guided diagnostic and therapeutic workflow for newly detected inflammatory diseases. The proposed workflow begins with recognition of recurrent or persistent inflammatory manifestations that remain incompletely explained by conventional diagnoses, including fever, cytopenias, marrow abnormalities, skin, pulmonary, gastrointestinal or cartilage involvement, vasculopathy, thrombosis, and post-infectious multisystem symptoms. Initial biological characterization integrates complete blood-cell counts, marrow evaluation when indicated, inflammatory markers, cytokine measurements, interferon-stimulated gene signatures, and testing for infection, autoantibodies, or immunothrombosis. The diagnostic pathway then incorporates complementary approaches to identify the causal lesion or trigger: germline sequencing for inherited immune dysregulation, somatic variant analysis for lineage-restricted disorders such as UBA1-associated disease, and pathogen detection or genomic surveillance for emerging infectious causes. Interpretation should integrate the genotype or pathogen signal with the affected cellular compartment, exposure history, and clinical phenotype. Identified abnormalities are subsequently assigned to a dominant mechanistic pathway, including ubiquitin–proteasome and NF-κB threshold control, inflammasome-mediated IL-1β maturation, cytosolic nucleic-acid sensing through STING and type I interferon signaling, or persistent-antigen and tissue-specific immune amplification. This pathway assignment informs treatment selection, which may include cytokine blockade, Janus kinase inhibition, antimicrobial or antiviral therapy, antithrombotic and immunomodulatory treatment, hematopoietic transplantation, or selective small-molecule inhibition. Clinical findings, biomarkers, and pathway activity should be monitored longitudinally, allowing the diagnostic and therapeutic strategy to be revised as additional molecular or microbiological evidence becomes available. Earlier integration of genotyping and pathway profiling may reduce diagnostic delay and improve alignment between treatment and disease mechanism.

8. PAAND: Pyrin, 14-3-3 Proteins and the Threshold of IL-1β Release

A dominant-negative lesion in pyrin regulation

Pyrin-associated autoinflammation with neutrophilic dermatosis (PAAND) was described in 2016 in a family with recurrent fever, severe cystic acne, pyoderma gangrenosum and arthralgia, and was traced to heterozygous missense variants in exon 2 of MEFV, encoding pyrin (Moghaddas et al., 2017). The discovery mattered because MEFV was already known as the gene responsible for familial Mediterranean fever, an autosomal recessive condition in which hundreds of variants of uncertain significance had been reported. PAAND showed that a small number of dominant variants produce a distinct disease through a defined biochemical mechanism.

Pyrin is held inactive by phosphorylation of serine 242 and by binding of 14-3-3 proteins to the phosphorylated site. Inactivation of RhoA GTPase, which follows exposure to certain bacterial toxins, leads to dephosphorylation, release of 14-3-3 and inflammasome assembly. The PAAND substitutions, p.Ser242Arg and p.Glu244Lys, sit within the 14-3-3 binding motif itself. They prevent 14-3-3 association directly, so pyrin is released from inhibition irrespective of RhoA status and regardless of phosphorylation, and the inflammasome fires at a lowered threshold (Moghaddas, 2020).

Clinically, patients have daily or near-daily fever with markedly elevated C-reactive protein and serum amyloid A, together with neutrophilic dermatosis, acne, arthralgia and myalgia. Serositis and erysipelas-like erythema, the hallmarks of familial Mediterranean fever, are usually absent, and renal amyloidosis is uncommon. Colchicine, the mainstay of familial Mediterranean fever, is largely ineffective, which is consistent with a mechanism that bypasses the pathway colchicine modulates.

IL-1 blockade produces rapid and sustained control of fever, skin disease and acute-phase reactants, and it is the treatment of choice; TNF inhibitors and JAK inhibitors have been used with partial success. The wider lesson concerns variant interpretation. Because PAAND is dominant and gain-of-function, the same residues that are pathogenic here would be misclassified by algorithms that assume recessive loss of function, and the syndrome argues for functional annotation of pyrin variants rather than population-frequency filtering alone. The absence of serositis is not absolute, and a minority of patients develop pericarditis or pleuritis. Because the two disorders differ in inheritance, colchicine response and prognosis, sequencing of MEFV exon 2 should be considered in any patient with dominantly inherited periodic fever and neutrophilic skin disease. A further implication is that variants previously reported as benign may require re-evaluation if they alter the 14-3-3 binding surface, since penetrance in dominant autoinflammatory disease is high but age-dependent.

9. Haploinsufficiency of A20: The Cost of Losing a Brake

A Behçet-like disease caused by one missing allele

Haploinsufficiency of A20 (HA20) was described in 2016 in six unrelated families with early-onset systemic inflammation resembling Behçet disease, and was caused by heterozygous loss-of-function variants in TNFAIP3, which encodes the NF-κB inhibitor A20 (Zhou et al., 2016). The disorder illustrated a principle that has since been generalised: for some signalling brakes, one functional allele is insufficient, and the resulting phenotype is inflammatory rather than immunodeficient.

A20 is a dual-function enzyme. Its amino-terminal ovarian tumour domain removes lysine 63-linked polyubiquitin chains from signalling adaptors, while its carboxy-terminal zinc fingers bind linear, methionine 1-linked chains and interrupt interactions between ubiquitin and downstream kinases. Together these activities terminate NF-κB signalling after Toll-like receptor and TNF receptor engagement. A20 also restrains the NLRP3 inflammasome and protects cells from TNF-induced apoptosis and necroptosis, so its loss amplifies inflammation at several levels simultaneously (Aksentijevich and Zhou, 2017).

Most reported variants are frameshift or nonsense alleles that remove the ovarian tumour domain, and truncated proteins may exert additional dominant-negative effects by competing for substrates. Patients develop recurrent oral and genital ulcers, anterior and posterior uveitis, erythema nodosum, colonic ulcers resembling Crohn disease, arthritis and periodic fever. Some families show autoimmune cytopenia, thyroiditis, hepatitis or immunoglobulin deficiency, and the phenotype can evolve over decades, which is why HA20 now appears in differential diagnoses of both autoinflammation and common variable immunodeficiency (Van Damme et al., 2026).

Treatment is empirical. Colchicine and glucocorticoids control mild disease; TNF inhibitors are effective for mucocutaneous, ocular and gastrointestinal involvement; IL-1 blockade helps patients with dominant systemic inflammation; and haematopoietic transplantation has been used for severe refractory disease. Because NF-κB signalling is required for host defence, the therapeutic window is narrow, and the disorder demonstrates that the quantity of a single inhibitory protein, rather than its presence or absence, can determine whether the immune system remains at rest. Registries that pool families are now generating the genotype-specific data needed to decide when to escalate from colchicine to biologic therapy. Genotype-phenotype correlation is weak: the same truncating variant may cause isolated oral ulcers in one relative and destructive ileocolitis in another, indicating that modifier genes and environmental exposures shape the outcome. The recognition of HA20 has also changed practice, because patients with Behçet-like ulcers and colitis who lack the expected HLA-B51 allele, or who present in early childhood, are now routinely screened for TNFAIP3 variants.

10. Otulipenia: Linear Ubiquitin and the Limits of Editing

Deficiency of the methionine 1-specific deubiquitinase

Otulipenia, also called OTULIN-related autoinflammatory syndrome, was reported in 2016 in children with neonatal fever, nodular panniculitis, lipodystrophy, diarrhoea, arthralgia and failure to thrive, and was found to result from biallelic hypomorphic variants in OTULIN (Damgaard et al., 2016; Zhou et al., 2016). OTULIN is the only deubiquitinase dedicated to methionine 1-linked, or linear, polyubiquitin chains, which are assembled by the linear ubiquitin chain assembly complex (LUBAC), a trimer of HOIP, HOIL-1 and SHARPIN.

The pathway is a balancing act. LUBAC adds linear chains to signalling intermediates such as NEMO and RIPK1, and these chains nucleate the NF-κB kinase complex; OTULIN hydrolyses the same chains and, through a PUB-domain interaction, also restrains LUBAC activity. Loss of OTULIN therefore produces two opposing tendencies: linear ubiquitin accumulates and NF-κB output rises, while the amount of LUBAC protein falls because unedited chains target it for degradation. Which tendency dominates depends on cell type, which explains the tissue pattern of the disease (Damgaard et al., 2019).

In myeloid cells, the accumulated linear chains sensitise cells to TNF, promote RIPK1 kinase-dependent apoptosis and activate the NLRP3 inflammasome, so IL-1β release follows cell death rather than preceding it (Doglio et al., 2023). This sequence, in which an editing enzyme suppresses inflammation indirectly by preventing lytic death, is a recurrent theme in ubiquitin-related disease and distinguishes otulipenia from disorders in which cytokine transcription is directly derepressed.

Clinically, patients show tender subcutaneous nodules that calcify, near-complete loss of subcutaneous fat, persistent fever and an acute-phase response without autoantibodies. Anti-TNF therapy with infliximab produces dramatic and durable control, whereas IL-1 blockade is only partially effective, a pattern consistent with TNF-driven apoptosis as the proximal lesion. The disease thus occupies the opposite corner from HA20: both impair termination of NF-κB signalling, yet the therapeutic and clinical consequences differ according to which ubiquitin linkage is mishandled. Cell-type specificity also explains why the skin and subcutaneous fat bear the brunt of the disease while the lung and kidney are usually spared. Diagnosis rests on sequencing and on

demonstrating loss of linear ubiquitin editing in patient cells, because plasma cytokines are non-specific. Whether the same principle applies to other deubiquitinases is an active question, and biallelic loss of function in the LUBAC component HOIL-1 produces a distinct disorder in which linear ubiquitin deficiency causes immunodeficiency and myopathy rather than panniculitis, indicating that the two sides of the balance are not interchangeable.

11. DADA2: Adenosine Deaminase 2 Deficiency and Vascular Inflammation

A vasculopathy caused by loss of a circulating enzyme

Deficiency of adenosine deaminase 2 (DADA2) was described in 2014 in patients with early-onset stroke, livedo racemosa and a systemic vasculitis resembling polyarteritis nodosa, and was traced to biallelic loss-of-function variants in ADA2, previously annotated CECR1 (Zhou et al., 2014). The gene encodes a secreted homodimer produced mainly by monocytes, macrophages and dendritic cells, which converts adenosine and deoxyadenosine to inosine and also acts as a growth factor for endothelial cells and for B and T lymphocyte differentiation. Loss of the enzyme therefore removes both a metabolic and a trophic function, which explains why one deficiency produces vasculitis, immunodeficiency and marrow failure together.

The vascular phenotype is the defining one. Small and medium arteries develop fibrinoid necrosis with transmural inflammation, and the resulting ischaemia causes lacunar infarcts in the deep white matter and basal ganglia, often in childhood. Livedo racemosa reflects the underlying arteriopathy, and digital necrosis, renal hypertension, hepatic aneurysm and gastrointestinal bleeding follow. Patients may present with recurrent fever and systemic inflammation, or with an apparently isolated stroke or immune thrombocytopenia, and a proportion carry immunoglobulin deficiency with recurrent sinopulmonary infection.

Mechanistically, loss of ADA2 activity permits extracellular adenosine and its deaminated products to accumulate, and this milieu promotes neutrophil activation, neutrophil extracellular trap formation and endothelial injury. Traps coated with antimicrobial proteins are a potent stimulus for macrophage production of TNF, and monocyte-derived TNF then drives the vasculitic lesion (Du et al., 2023; Fan et al., 2026). Inflammatory cytokines accumulate in a self-reinforcing loop, and constitutive type I interferon signalling has been documented in subsets of patients, suggesting that nucleic acid released by damaged endothelium contributes to the phenotype (Wouters et al., 2026).

Anti-TNF therapy has transformed the prognosis: infliximab and adalimumab control inflammation, prevent recurrent stroke and allow tapering of glucocorticoids. IL-1 blockade and JAK inhibition are alternatives in refractory disease, whereas colchicine and conventional immunosuppressants are ineffective. Haematopoietic transplantation is reserved for severe haematological disease, and enzyme replacement is in development. Importantly, ADA2 genotyping now has practical value beyond the rare diagnosis, because identifying the defect converts a presumed primary immunodeficiency into a treatable vasculopathy with a specific drug. Registry data indicate that the interval from first symptom to diagnosis often exceeds five years, and that stroke recurrence falls sharply once TNF blockade begins. Screening of siblings is worthwhile because presymptomatic treatment prevents stroke in affected relatives, and because the enzyme assay is inexpensive and widely available.

12. MDA5 Gain-of-Function Disease: When a Viral Sensor Becomes Constitutive

IFIH1 variants and the type I interferonopathies

Among the type I interferonopathies, the disorders caused by gain-of-function variants in IFIH1 have the most direct mechanistic narrative. IFIH1 encodes melanoma differentiation-associated protein 5 (MDA5), a cytosolic helicase that recognises long double-stranded RNA accumulated during replication of picornaviruses and related RNA viruses. Recognition drives oligomerisation of MDA5 along the RNA backbone, assembly of filaments that expose a caspase recruitment

domain, signalling through the adaptor mitochondrial antiviral signalling protein (MAVS), and activation of TBK1 and IRF3 with consequent interferon production.

Pathogenic variants cluster in the helicase domains that coordinate RNA binding and in surfaces responsible for filament formation. They increase the affinity of the protein for RNA or lower the threshold for cooperative assembly, so that physiological amounts of cellular duplex RNA, including transcripts derived from Alu elements and from misprocessed mitochondrial RNA, become sufficient to trigger signalling (Rapp et al., 2026). The result is a sensor that reports RNA abundance rather than infection. Because signalling is still ligand-dependent, the phenotype depends on the cell types in which such RNA is abundant, and it can be amplified by any process that generates duplex RNA.

The clinical spectrum spans Aicardi-Goutières syndrome at the severe end, with early-onset encephalopathy, cerebral calcification, white matter abnormality and chilblain-like skin lesions, through Singleton-Merten syndrome with aortic calcification, dental dysplasia and glaucoma, to later-onset disease dominated by isolated interstitial lung disease, arthritis or myositis (Sase et al., 2018; Yamazaki et al., 2025). Interferon-stimulated gene expression is elevated in blood, and cerebrospinal fluid shows pleocytosis with raised neopterin, reflecting intrathecal interferon production.

Treatment relies on JAK inhibition, which reduces the interferon signature and has produced clinical benefit in interferonopathies generally, including those with neurological involvement when started before irreversible damage (Cetin Gedik et al., 2022). Care must be taken because MDA5 also defends against enteroviruses, and influenza and picornavirus infection can trigger severe flares. The IFNIH1 disorders therefore illustrate a general principle of newly recognised disease: a single amino acid change can convert a host defence molecule into a chronic driver of tissue injury while leaving its antimicrobial function partly intact. Antibody-mediated blockade of the interferon receptor has been used in severe neurological disease, and inosine pranobex produced biochemical and clinical improvement in a small series; neither approach has been tested in randomised trials. Because the phenotype is dominant and often arises de novo, the absence of a family history should not discourage testing.

13. Multisystem Inflammatory Syndrome in Children: Superantigen-Driven Hyperinflammation

A post-infectious syndrome defined in real time

Multisystem inflammatory syndrome in children (MIS-C) was recognised in 2020 as a febrile hyperinflammatory illness appearing three to six weeks after severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infection, with conjunctivitis, mucocutaneous rash, myocardial dysfunction, hypotension, abdominal pain and marked elevation of C-reactive protein, ferritin and troponin. Its resemblance to Kawasaki disease was immediate, but the two differ in age distribution, in the frequency of gastrointestinal and cardiac involvement, and in the intensity of the acute-phase response (Noval Rivas and Arditi, 2023).

The leading mechanistic model is superantigen-mediated T cell activation. The SARS-CoV-2 spike protein contains a sequence motif structurally analogous to the staphylococcal enterotoxin B superantigen, and this region engages T cell receptors bearing particular variable beta-chain segments outside the conventional peptide-binding groove. Cross-linking of major histocompatibility complex class II on antigen-presenting cells to T cell receptors then activates a large fraction of the T cell repertoire at once, bypassing antigen specificity and producing massive release of IL-1β, IL-6, interferon gamma and TNF.

Supporting evidence includes expansion of T cell receptor beta-chain clonotypes with the predicted superantigen-binding motif in patients with MIS-C, elevated levels of cytokines typical of superantigen responses, and the presence of viral antigen in the intestinal mucosa and in lymphoid tissue weeks after respiratory clearance. An alternative model emphasises conventional antigen-driven responses against persistent viral antigen in the gut, with immune complex

formation and complement activation. The two are not mutually exclusive, and both predict that severity depends on viral burden and on host genetic background rather than on the acute infection itself.

Management is empirical and immunomodulatory: intravenous immunoglobulin and glucocorticoids reduce the duration of fever and the need for vasopressor support, and IL-1 or IL-6 blockade is used in refractory cases. Because cardiac involvement determines outcome, surveillance echocardiography is central, and coronary artery abnormalities require anticoagulation. MIS-C shows how a new disease can be delineated within months by a pandemic, and how a mechanistic hypothesis, in this case superantigenicity, can be tested prospectively in patients rather than inferred from animal models. Reported incidence fell markedly after the emergence of the Omicron variant and with cumulative vaccination, which is consistent with the superantigen model, because both reduce the quantity of spike protein presented to the immune system. Longer follow-up has also shown that a minority of children develop persistent coronary dilation or myocardial fibrosis, so cardiology review should continue beyond the acute episode.

14. Vaccine-Induced Immune Thrombotic Thrombocytopenia: An Iatrogenic Antibody Disease

PF4-specific antibodies and the adenoviral surface

Vaccine-induced immune thrombotic thrombocytopenia (VITT) appeared in 2021 as thrombosis at unusual sites, particularly cerebral venous sinuses and splanchnic veins, with severe thrombocytopenia and paradoxically high D-dimer, occurring five to twenty-four days after vaccination with adenovirus-vectored vaccines against SARS-CoV-2 (Greinacher et al., 2022). The syndrome reproduced heparin-induced thrombocytopenia without heparin exposure, and its rapid delineation established a template for the mechanistic investigation of unexpected vaccine adverse events.

The central molecule is platelet factor 4 (PF4), a positively charged tetramer stored in platelet alpha granules and released on activation. Antibodies of the immunoglobulin G class bind PF4 in a conformation that exposes neoepitopes, and the resulting immune complexes engage the Fc gamma receptor IIa on platelets, producing activation, dense granule release, further PF4 release and thrombin generation, while platelets are consumed and cleared. The clinical paradox of thrombosis with low platelets follows directly: platelets are activated rather than simply destroyed.

The trigger was traced to the vaccine formulation. ChAdOx1 and Ad26 vectors carry a strongly negative surface potential at the adenovirus capsid, and biophysical modelling and binding experiments demonstrated electrostatic interaction between the capsid and the positively charged PF4 tetramer, an interaction that clusters PF4 and renders it immunogenic (Greinacher et al., 2022; Cines and Greinacher, 2023). Free DNA and hexon protein in the preparation may act as adjuvants, and the resulting antibody response is oligoclonal, which explains the variability in titre and severity.

Diagnosis rests on the combination of thrombocytopenia, characteristic thrombosis, high D-dimer and detection of PF4-dependent platelet activation by enzyme immunoassay with confirmatory functional testing. Treatment differs fundamentally from that of heparin-induced thrombocytopenia in one respect: non-heparin anticoagulation is used, and intravenous immunoglobulin at high dose is given to neutralise the pathogenic antibodies, with glucocorticoids and plasma exchange in refractory cases. VITT demonstrates how a physicochemical property of a delivery vehicle, rather than its encoded antigen, can determine the immunological outcome of vaccination. Anticoagulation duration is guided by resolution of thrombosis rather than by platelet count, and recurrence after stopping therapy has been reported, so follow-up imaging is advised. The absolute risk was of the order of one case per hundred thousand vaccinations, and lower still for Ad26-based vaccines, yet the syndrome prompted changes in recommendations for younger adults in several countries. The episode also changed pharmacovigilance practice, because the

syndrome was detected through spontaneous reporting within weeks, and its characterisation depended on clinicians willing to publish aggregated case series.

15. Long COVID: A Syndrome With Several Simultaneous Mechanisms

From symptom definition to biological pathways

Post-acute sequelae of SARS-CoV-2 infection, widely termed long COVID, denotes persistent or relapsing symptoms lasting months after the acute illness, dominated by fatigue, post-exertional malaise, cognitive impairment, dysautonomia, breathlessness and musculoskeletal pain. Its definition is clinical and deliberately inclusive, which has complicated mechanistic research: cohorts assembled on the basis of symptoms alone mix patients whose illness may arise from different processes, and this heterogeneity accounts for much of the inconsistency between biomarker studies (Davis et al., 2023).

Four families of mechanism are currently supported by human data. The first is viral persistence, with viral RNA, protein or intact virions detected in intestinal mucosa, lymph nodes and other tissues long after respiratory clearance. The second is immune dysregulation, including sustained activation of innate monocytes, exhausted or persistently cytotoxic T cell populations, and reduced naive lymphocyte numbers. The third is reactivation of latent herpesviruses, particularly Epstein-Barr virus, which correlates with symptom severity in several cohorts. The fourth is autoimmunity, with antibodies against G protein-coupled receptors, interferon, and tissue antigens reported in subsets of patients (Davis et al., 2023).

Two further mechanisms act at the level of the vasculature and the microbiome. Fibrinaloid microclots and platelet hyperactivity have been described in plasma, and persistence of spike protein in circulation has been proposed to promote endothelial activation; the observation is reproducible but its causal status remains uncertain. Dysbiosis with loss of butyrate-producing taxa persists for months after infection and correlates with neurocognitive symptoms and with neuroimaging changes in white matter microstructure (Wetz et al., 2026; Cano-Cevallos et al., 2026).

The therapeutic implication is that long COVID requires mechanism-matched rather than generic treatment. Antivirals and monoclonal antibodies are being tested on the hypothesis of antigen persistence, immunomodulators on the hypothesis of innate activation, and beta-blockers and exercise-rehabilitation protocols with careful attention to post-exertional worsening (Peluso et al., 2026). Interventions shown to be ineffective, notably graded exercise as a curative strategy, are those that do not address any of the proposed mechanisms, which is itself an argument for the mechanistic framing of the syndrome. Post-exertional malaise is the most distinctive feature and the one most consistently associated with measurable abnormality, including impaired skeletal muscle energy metabolism. Because the definition rests on symptoms that overlap with common conditions, comparative cohorts with matched uninfected controls are essential, and recent studies show that some post-infectious fatigue is not specific to SARS-CoV-2.

16. Long COVID: Antigen Reservoirs and the Consequences of Persistence

Where the virus survives and what it does there

The strongest recent advance in long COVID research has been the direct demonstration of viral reservoirs. Studies of intestinal biopsies obtained months after infection identified SARS-CoV-2 RNA and nucleocapsid protein in epithelial and lamina propria cells, with adjacent lymphoid aggregates and activation of interferon and inflammasome programmes in the surrounding tissue (Prakash et al., 2025). Post-mortem series have found viral antigen in multiple organs up to nearly two years after mild disease, together with tissue-resident T cell infiltrates, indicating that clearance is incomplete rather than absent (Wu et al., 2026).

Persistence has immunological consequences that are measurable in blood. Virus-specific CD8-positive T cells with a cytolytic, proliferative and persistently activated phenotype circulate in patients with long COVID but not in those who recovered fully, and their frequency correlates with

antigen load in tissue. Because these cells recognise epitopes from both SARS-CoV-2 and herpesviruses, part of the expanded repertoire may reflect bystander activation driven by co-resident pathogens (Prakash et al., 2025; Peluso et al., 2026).

The anatomical distribution of reservoirs explains the symptom pattern. Colonisation of the gastrointestinal tract with local inflammation accounts for diarrhoea, abdominal pain and dysbiosis; involvement of salivary glands and lymphoid tissue of the head and neck provides a route for continued antigen exposure; and antigen in the central nervous system or its vasculature may contribute to cognitive symptoms without productive infection of neurons. Platelets and monocytes that encounter antigen acquire a procoagulant and inflammatory phenotype, linking persistence to the microvascular features described in plasma.

Whether persistence is causal requires intervention studies, and the first of these have begun. A randomised mechanistic trial of a SARS-CoV-2-specific monoclonal antibody in long COVID tested whether reducing antigen burden improves symptoms and measured effects on tissue reservoirs, with the explicit purpose of determining whether persistence is a therapeutic target rather than a correlate (Peluso et al., 2026). This design, in which a drug is used as a probe for mechanism, is likely to become the standard for a syndrome whose heterogeneity defeats purely observational approaches. Detection has depended on assays combining digital polymerase chain reaction, in situ hybridisation and immunohistochemistry, applied to biopsies from patients undergoing clinically indicated endoscopy. Whether clearance of antigen would reverse established symptoms, or only prevent further injury, remains unknown, and is the central question for the next generation of trials.

17. Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome: An Emerging Tick-Borne Bunyavirus

A virus discovered because patients were systematically sampled

Severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS) was described in 2011 in central and north-eastern China in patients with fever, thrombocytopenia, leukopenia, gastrointestinal symptoms and a case fatality of roughly six to thirty per cent depending on the cohort, and was attributed to a novel phlebovirus of the family Phenuiviridae, subsequently named SFTS virus (Yu et al., 2011). The virus is transmitted by Haemaphysalis longicornis ticks, and later detection in Japan, South Korea, Vietnam and Taiwan established a broad Asian distribution.

The genome comprises three negative-sense RNA segments: large, encoding the RNA-dependent RNA polymerase; medium, encoding the glycoprotein precursor that yields Gn and Gc; and small, encoding the nucleoprotein and a non-structural protein, NSs. NSs is the principal interferon antagonist. It forms inclusion bodies that sequester signalling components, interferes with interferon regulatory factor 3 activation and with the assembly of stress granules, and blocks Janus kinase and signal transducer and activator of transcription signalling, so that infected cells cannot respond to interferon even when it is produced (Han et al., 2026).

Pathogenesis reflects the combination of direct cytolysis and immune pathology. The virus infects monocytes, macrophages and dendritic cells, and it replicates in B lymphocytes, producing lymphoid depletion in spleen and lymph nodes. Platelets are consumed through activation and phagocytosis, and platelet function is impaired; endothelial activation with increased vascular permeability produces haemorrhage and shock. High viral load, prolonged viraemia, marked elevation of IL-6, IL-10 and interferon gamma, and low platelet nadir predict death (Han et al., 2026).

No vaccine or licensed antiviral exists. Ribavirin has been used with modest and inconsistent benefit, and favipiravir has been given in severe cases with some evidence of reduced mortality in observational series (Song et al., 2019). Supportive care dominates. Person-to-person transmission through contact with blood or body fluids of patients is well documented and drives nosocomial clusters, so infection control is part of case management. SFTS is a model for how a newly detected pathogen is characterised, from syndrome to sequence to mechanism, within a

decade. Co-infection with other tick-borne agents, including Anaplasma phagocytophilum and Borrelia species, is common in endemic areas and worsens outcome. Because the tick vector is expanding in range with climate change, case numbers are expected to rise, and surveillance in new regions should include molecular testing of febrile patients with thrombocytopenia and a history of tick bite.

18. Langya Henipavirus: A Shrew-Borne Relative of Nipah

Surveillance in febrile patients reveals a new zoonosis

Langya henipavirus (LayV) was identified in 2022 in febrile patients in Shandong and Henan provinces of eastern China, through metagenomic sequencing of throat swabs and blood from patients with a history of animal contact (Zhang et al., 2022). Thirty-five patients were documented between 2018 and 2022, with fever, fatigue, cough, anorexia, myalgia and headache; abnormalities included thrombocytopenia, leukopenia and impaired liver and renal function. No deaths were recorded, and no clear evidence of person-to-person transmission was found, although the sample size cannot exclude rare events.

LayV belongs to the genus Henipavirus, whose members include Nipah and Hendra viruses, agents of encephalitis and respiratory disease with case fatality rates of forty to seventy per cent. Serological surveys found neutralizing antibodies in goats and dogs, and viral RNA most frequently in white-toothed shrews of the genus Crocidura, which are widespread insectivores in the region and are now regarded as the likely reservoir (Duan et al., 2026). The absence of severe neurological disease distinguishes LayV from Nipah and suggests either lower neurotropism or a different receptor usage.

Henipaviruses enter cells through the attachment glycoprotein G, which binds ephrin B2 and ephrin B3 on endothelial cells and neurons, and the fusion protein F, which mediates merger of viral and cellular membranes at neutral pH. Whether LayV uses the same receptors is under investigation. The interferon antagonist activities of henipaviral V and W proteins, which bind signal transducer and activator of transcription 1 and block its nuclear accumulation, are conserved elements of pathogenesis that allow the virus to establish productive infection before adaptive immunity engages.

Recent work has begun to define the intracellular response to LayV and the related Gamak virus, showing that the RIG-I, MAVS and NOXA axis couples antiviral signalling to apoptosis and restricts replication in a cell-type-dependent manner (Rajoriya et al., 2026). Clinically, management is supportive, and the main significance of the discovery is surveillance: LayV demonstrates that routine metagenomic testing of undiagnosed febrile illness can reveal zoonotic viruses before they cause recognised outbreaks, providing the window in which countermeasures can be prepared. Cross-reactive serology within the genus also complicates interpretation, because antibody tests raised against Nipah antigen can give false positives in patients infected with a related henlivirus. Surveys of shrews and of occupationally exposed people suggest that the virus circulated in the region for years before recognition. Because henipaviruses are handled at biosafety level four, most mechanistic work depends on surrogate systems and pseudotyped viruses, which limits how quickly receptor usage and tropism can be defined for a newly discovered member of the genus.

19. Candida auris: A New Fungal Pathogen Built for Hospitals

Multidrug resistance, persistence and clonal expansion

Candida auris was first described in 2009 from the external ear canal of a patient in Japan, and within a decade had been reported as a cause of invasive infection on five continents, with whole-genome sequencing showing that the isolates belonged to at least four genetically distinct clades that emerged independently (Lockhart et al., 2017). This pattern, simultaneous emergence in unrelated lineages, is unusual among pathogens and suggests that a common selective pressure, most plausibly agricultural azole use and climate adaptation, favoured several independent transitions to human infection.

Its clinical significance rests on three properties. First, it is frequently resistant: many isolates are resistant to fluconazole, a substantial minority to amphotericin B, and some to echinocandins, the last-line class, which makes pan-resistance a realistic concern. Second, it colonises skin and survives for weeks on dry inanimate surfaces, and it resists routine disinfectants, so it spreads within wards and persists in the environment. Third, it is difficult to identify by conventional biochemical methods and is misidentified as other Candida species unless matrix-assisted laser desorption or sequencing is used (Lee et al., 2021).

Resistance mechanisms are increasingly defined. Gain-of-function substitutions in the azole target ERG11, particularly at positions encoding the heme-binding pocket, reduce drug binding, while overexpression of the efflux pumps CDR1 and MDR1 lowers intracellular concentrations; the transcription factor TAC1B carries activating changes that raise CDR1 expression. Echinocandin resistance follows substitutions in the FKS1 hotspots that reduce glucan synthase inhibition. Biofilm formation adds a tolerance phenotype that is not captured by minimum inhibitory concentration testing (Shao et al., 2026).

Management requires laboratory capability and infection control rather than drugs alone: screening of contacts, chlorinated disinfectants, single rooms and, where available, whole-genome sequencing to trace transmission. Echinocandins are first-line for invasive disease, with liposomal amphotericin B for echinocandin-resistant isolates and combination therapy in refractory cases. Candida auris illustrates a form of newly detected disease in which the pathogen is not newly evolved from a single ancestor but newly enabled by medical practice, and in which molecular epidemiology is the primary tool of control. Colonisation is far more common than infection and persists for months, so a positive culture from a non-sterile site usually identifies a carrier who can seed outbreaks rather than a patient needing treatment. Antifungal stewardship in agriculture and in hospitals is therefore part of the response, because resistance selected in one setting is transmitted in the other.

20. Synthesis: Common Mechanisms Across Newly Detected Diseases

What the new nosology teaches about inflammation

Reading these disorders together reveals a small number of recurring mechanisms. The first is threshold control. A20, OTULIN, UBA1, pyrin and STING all set the level at which a signal becomes an action, and their lesions produce disease by displacing that level rather than by creating a new pathway (Aksentijevich and Zhou, 2017; Beck et al., 2022). This explains why clinically dissimilar syndromes share biomarkers such as interferon-stimulated gene signatures, and why drugs can be selected by pathway rather than by diagnosis, as the shared use of JAK inhibitors across SAVI, COPA syndrome and PRAAS demonstrates (Cetin Gedik et al., 2022).

The second is the conversion of homeostatic failure into inflammation. Proteasome dysfunction, failed COPI retrieval and loss of linear ubiquitin editing do not directly activate cytokine transcription; they create stress, mislocalisation and cell death, which are then sensed by inflammasomes and nucleic acid receptors (Poli, 2024; Deng et al., 2020; Doglio et al., 2023). The third is compartment specificity: the same germline mutation produces different diseases depending on the cell type in which it acts, and somatic mutation adds a further dimension, because the phenotype is restricted to the lineage that carries the clone.

Infectious examples add two further lessons. A pathogen's severity is determined as much by immune amplification as by microbial cytotoxicity, as in MIS-C and in severe fever with thrombocytopenia syndrome, and an iatrogenic trigger can recruit entirely normal immune mechanisms, as in VITT. Meanwhile, long COVID shows that post-infectious syndromes may be sustained by antigen that the immune system never fully clears, and that the distinction between persistence and immune dysregulation may be a matter of the compartment examined rather than of competing theories (Davis et al., 2023; Peluso et al., 2026).

Translation has followed the mechanisms. Anticytokine biologics, JAK inhibitors, haematopoietic transplantation and, increasingly, allele-selective or pathway-selective small molecules are chosen on the basis of the lesion rather than the label. What remains is the problem of recognition: as the VEXAS prevalence data show, most patients with a defined molecular disease are still diagnosed as something else (Beck et al., 2023). The practical task for the next decade is therefore to move genotyping and pathway profiling earlier in the diagnostic pathway, so that diseases which are now newly detected become routinely detected. Doing so would convert a growing list of rare diagnoses into a usable diagnostic framework, and would shorten the interval during which treatable inflammation is attributed to something else.

References

Aksentijevich I, Zhou Q. NF-kB pathway in autoinflammatory diseases: dysregulation of protein modifications by ubiquitin defines a new category of autoinflammatory diseases. Frontiers in Immunology. 2017.

Beck DB, Ferrada MA, Sikora KA, Ombrello AK, Collins JC, et al. Somatic mutations in UBA1 and severe adult-onset autoinflammatory disease. New England Journal of Medicine. 2020.

Beck DB, Werner A, Kastner DL, Aksentijevich I. Disorders of ubiquitylation: unchained inflammation. Nature Reviews Rheumatology. 2022.

Beck DB, Bodian DL, Shah V, Mirshahi UL, Kim J, et al. Estimated prevalence and clinical manifestations of UBA1 variants associated with VEXAS syndrome in a clinical population. JAMA. 2023.

Borie R, Debray MP, Guedon AF, Mekinian A, Terriou L, et al. Pleuropulmonary manifestations of VEXAS syndrome. Chest. 2023.

Canna SW, de Jesus AA, Gouni S, Brooks SR, Marrero B, et al. An activating NLRC4 inflammasome mutation causes autoinflammation with recurrent macrophage activation syndrome. Nature Genetics. 2014.

Cano-Cevallos L, Patino-Aveiga G, Gaibor-Pazmino A, et al. Microbiome dysbiosis in long COVID: a scoping review of mechanistic insights, symptom associations, and therapeutic targets. Gut Pathogens. 2026.

Cetin Gedik K, Lamot L, Romano M, et al. Points to consider for diagnosis and management of autoinflammatory type I interferonopathies: CANDLE/PRAAS, SAVI and AGS. Annals of the Rheumatic Diseases. 2022.

Cines DB, Greinacher A. Vaccine-induced immune thrombotic thrombocytopenia. Blood. 2023.

Clarke SLN, Pellowe EJ, de Jesus AA, et al. Interstitial lung disease caused by STING-associated vasculopathy with onset in infancy. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2016.

Damgaard RB, Walker JA, Marco-Casanova P, et al. The deubiquitinase OTULIN is an essential negative regulator of inflammation and autoimmunity. Cell. 2016.

Damgaard RB, Elliott PR, Swatek KN, et al. OTULIN deficiency in ORAS causes cell type-specific LUBAC degradation, dysregulated TNF signalling and cell death. EMBO Molecular Medicine. 2019.

Davis HE, McCorkell L, Vogel JM, Topol EJ. Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations. Nature Reviews Microbiology. 2023.

Delafontaine S, Iannuzzo A, Bigley TM, et al. Heterozygous mutations in the C-terminal domain of COPA underlie a complex autoinflammatory syndrome. Journal of Clinical Investigation. 2024.

Deng Z, Chong Z, Law CS, Mukai K, Ho FO, et al. A defect in COPI-mediated transport of STING causes immune dysregulation in COPA syndrome. Journal of Experimental Medicine. 2020.

Doglio MG, Verboom L, Ruilova Sosoranga E, et al. Myeloid OTULIN deficiency couples RIPK3-dependent cell death to Nlrp3 inflammasome activation and IL-1beta secretion. Science Immunology. 2023.

Du Y, Liu M, Nigrovic PA, Dedeoglu F, et al. Biologics and JAK inhibitors for the treatment of monogenic systemic autoinflammatory diseases in children. Journal of Allergy and Clinical Immunology. 2023.
Duan Y, Xu M, Huang X, Liu Q. Hendra virus: research progress on a bat-borne threat lurking at the human-animal interface. Frontiers in Veterinary Science. 2026.
Fan Z, Zhu W, Wang P, Yu H. Biological roles and clinical translation of low-density neutrophils in rheumatic, autoimmune and inflammatory diseases. Frontiers in Immunology. 2026.
Greinacher A, Schonborn L, Siegerist F, Steil L, et al. Pathogenesis of vaccine-induced immune thrombotic thrombocytopenia (VITT). Seminars in Thrombosis and Hemostasis. 2022.
Hamazaki J, Suzuki M, Murata S. Regulating proteasome biogenesis in mammals: transcriptional networks, assembly pathways, and disease connections. Cellular and Molecular Life Sciences. 2026.
Han Z, Su K, Jin C, Song H, et al. Mechanisms and clinical characteristics of organ injury in severe fever with thrombocytopenia syndrome: a comprehensive review. Virology Journal. 2026.
Holden R, Jeelall Y, McLean-Tooke A, et al. VEXAS: a review of current understandings and emerging treatment strategies. Frontiers in Immunology. 2025.
Lee Y, Puumala E, Robbins N, Cowen LE. Antifungal drug resistance: molecular mechanisms in Candida albicans and beyond. Chemical Reviews. 2021.
Liu Y, Jesus AA, Marrero B, et al. Activated STING in a vascular and pulmonary syndrome. New England Journal of Medicine. 2014.
Lockhart SR, Etienne KA, Vallabhaneni S, et al. Simultaneous emergence of multidrug-resistant Candida auris on 3 continents confirmed by whole-genome sequencing and epidemiological analyses. Clinical Infectious Diseases. 2017.
Moghaddas F, Llamas R, De Nardo D, et al. A novel pyrin-associated autoinflammation with neutrophilic dermatosis mutation further defines 14-3-3 binding of pyrin and distinction to familial Mediterranean fever. Annals of the Rheumatic Diseases. 2017.
Moghaddas F. Monogenic autoinflammatory disorders: beyond the periodic fever. Internal Medicine Journal. 2020.
Nakajima H, Kunimoto H. VEXAS syndrome. International Journal of Hematology. 2025.
Narendra VK, Das T, Wierciszewski LJ, Londoner RJ, et al. Independent mechanisms of inflammation and myeloid bias in VEXAS syndrome. Nature. 2026.
Noval Rivas M, Arditi M. Kawasaki disease and multisystem inflammatory syndrome in children: common inflammatory pathways of two distinct diseases. Rheumatic Disease Clinics of North America. 2023.
Patel BA, Calvo KR, Reichard KK, et al. Myelodysplasia in VEXAS syndrome. Blood Advances. 2026.
Peluso MJ, Ryder D, Dalhuisen T, Chu DHT, et al. SARS-CoV-2-specific monoclonal antibody AER002 in Long COVID: an exploratory randomised phase 2a mechanistic trial. Nature Communications. 2026.
Poli MC. Proteasome disorders and inborn errors of immunity. Immunological Reviews. 2024.
Prakash S, Karan S, Lekbach Y, Tifrea DF, et al. Insights into persistent SARS-CoV-2 reservoirs in chronic long COVID. Viruses. 2025.
Rajoriya S, Misra D, Yu SH, et al. RIG-I-MAVS-NOXA axis coordinates antiviral defense and apoptosis during parahenipavirus infection. bioRxiv. 2026.
Rapp CK, Herkner M, Crippa VSE, Michel K, et al. Dominant lung involvement and heterozygous IFIH1 variants. Chest. 2026.
Romberg N, Al Moussawi K, Nelson-Williams C, et al. Mutation of NLRC4 causes a syndrome of enterocolitis and autoinflammation. Nature Genetics. 2014.
Romberg N, Vogel TP, Canna SW. NLRC4 inflammasomopathies. Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology. 2017.

Saldanha RG, Balka KR, Davidson S, et al. A mutation outside the dimerization domain causing atypical STING-associated vasculopathy with onset in infancy. Frontiers in Immunology. 2018.
Sase S, Takanohashi A, Vanderver A, Almad A. Astrocytes, an active player in Aicardi-Goutieres syndrome. Brain Pathology. 2018.
Shao F, Wu T, Su J. Multidrug resistance and host adaptation in Candida auris: from molecular mechanisms to emerging therapeutic frontiers. Mycopathologia. 2026.
Shinebaatar E, Morimoto J, Koga R, et al. Proteasome dysfunction in T cells causes immunodeficiency via cell cycle disruption and apoptosis. International Immunology. 2025.
Song R, Chen Z, Li W. Severe fever with thrombocytopenia syndrome treated with a novel antiviral medication, favipiravir (T-705). Infection. 2019.
Spaan AN, Boisson B, Masters SL. Primary disorders of polyubiquitination: dual roles in autoinflammation and immunodeficiency. Journal of Experimental Medicine. 2025.
Steiner A, Hrovat-Schaale K, Prigione I, Yu CH, et al. Deficiency in coatomer complex I causes aberrant activation of STING signalling. Nature Communications. 2022.
Van Damme KFA, Hertens P, Sichien D, et al. TNFAIP3/A20 dysfunction drives innate and sterile hyperinflammation. Frontiers in Immunology. 2026.
van der Made CI, Potjewijd J, Hoogstins A, et al. Adult-onset autoinflammation caused by somatic mutations in UBA1: a Dutch case series of patients with VEXAS. Journal of Allergy and Clinical Immunology. 2022.
Vece TJ, Watkin LB, Nicholas SK, Canter D, et al. Copa syndrome: a novel autosomal dominant immune dysregulatory disease. Journal of Clinical Immunology. 2016.
Wang X, Xiao Y, Ge T, Zhang T, Li X. Autoinflammation with infantile enterocolitis induced by a heterozygous variant in the NLRC4 gene. Frontiers in Pediatrics. 2026.
Watkin LB, Jessen B, Wiszniewski W, et al. COPA mutations impair ER-Golgi transport and cause hereditary autoimmune-mediated lung disease and arthritis. Nature Genetics. 2015.
Wetz S, Dadsena N, Treichel N, et al. Cross-sectional associations between gut microbiota and neuroimaging changes in post-COVID-19 condition. Wiley Online Library. 2026.
Wouters M, Kienapfel V, Ehlers L, Hashem H, et al. Adenosine deaminase type 2 deficiency: from rare to common. Journal of Human Immunology. 2026.
Wu Y, Chan YK, Goh D, et al. Post-mortem analysis of long-term inflammation after mild COVID-19. Frontiers in Immunology. 2026.
Yamazaki S, Kaneko S, Shimbo A, Irabu H, et al. Overlapping Aicardi-Goutieres and Singleton-Merten syndromes with a heterozygous gain-of-function mutation in IFIH1. Immunological Medicine. 2025.
Yu XJ, Liang MF, Zhang SY, et al. Fever with thrombocytopenia associated with a novel bunyavirus in China. New England Journal of Medicine. 2011.
Zhang XA, Li H, Jiang FC, et al. A zoonotic henipavirus in febrile patients in China. New England Journal of Medicine. 2022.
Zhou Q, Yang D, Ombrello AK, et al. Early-onset stroke and vasculopathy associated with mutations in ADA2. New England Journal of Medicine. 2014.
Zhou Q, Wang H, Schwartz DM, et al. Loss-of-function mutations in TNFAIP3 leading to A20 haploinsufficiency cause an early-onset autoinflammatory disease. Nature Genetics. 2016.
Zhou Q, Yu X, Demirkaya E, et al. Biallelic hypomorphic mutations in a linear deubiquitinase define otulipenia, an early-onset autoinflammatory disease. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2016.

Physical and Mathematical Sciences

Using Physics Experiments to Develop Students' Research Skills

Nurkasymova Saule Nurkasymovna
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Ametova Dilyaram Bakhadurkyzy
Master's student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Abstract: The development of research skills is one of the priority goals of modern school science education. This article examines the potential of physics experiments as an effective means of forming students' research competencies. Research skills are understood as a complex of abilities that include observing phenomena, formulating problems and hypotheses, planning and conducting investigations, analyzing data, and drawing evidence-based conclusions. The paper describes how each stage of experimental activity contributes to the development of these skills and presents the process in the form of a continuous experimental research cycle. Special attention is given to the comparative advantages of real and virtual experiments. The article also outlines methodological recommendations for organizing experimental work, emphasizing the gradual increase of student independence, the shift of focus from the final result to the process of investigation, and the changing role of the teacher as a facilitator. It is concluded that the systematic and pedagogically grounded use of physics experiments significantly contributes to the formation of students' research culture, critical thinking, and intellectual independence, preparing them for further education and life in a knowledge-based society.
Key words: research skills, physics experiments, experimental research cycle, inquiry-based learning, real and virtual experiments, school science education, student independence.

In modern education, the development of research skills has become one of the key objectives of school science teaching. Experiments are an integral part of physics research and physics instruction. In physics research, an experiment is a reproducible empirical procedure for acquiring knowledge [1]. In the context of rapid technological progress, digital transformation, and the constantly growing volume of information, the ability to independently acquire knowledge, critically evaluate data, and solve non-standard problems is becoming increasingly important. Traditional approaches that focused mainly on the transmission of ready-made knowledge and the reproduction of memorized material no longer fully meet the demands of contemporary society and the labour market. Today's students need to be prepared for lifelong learning and for dealing with complex, unfamiliar situations. They are expected not only to master subject knowledge but also to learn how to observe natural phenomena carefully, notice significant details, formulate meaningful research questions, propose testable hypotheses, design and conduct investigations, select appropriate methods and instruments, analyze experimental data, recognize possible sources of error, and draw evidence-based conclusions. The role of experimental skills in developing knowledge at secondary school is considered through the contributions presented in the working group [2]. These competencies are essential for successful further education, professional activity, and informed participation in a technology-driven society. Moreover, research skills contribute to the formation of a scientific worldview, help students develop intellectual independence, critical and creative thinking, persistence, and personal

responsibility for the results of their work, and prepare them to adapt to the constantly changing conditions of modern life and work.

Physics occupies a special place in this process. As an experimental science by its very nature, it provides natural and highly effective conditions for the systematic development of research skills. Unlike purely theoretical disciplines, physics allows students to interact directly with physical phenomena, test their assumptions in practice, and clearly see the connection between abstract concepts and real-world processes. Experimental activity in physics engages both cognitive and practical spheres of the learner's personality. Through carefully organized experimental activities - whether in the form of laboratory work, short investigative tasks, mini-projects, or virtual simulations - students gradually move from passive perception of information to active investigation of the physical world. They learn not only to reproduce known experiments under the guidance of the teacher, but also to ask their own questions, plan experimental procedures, control variables, interpret results, and reflect on the quality of their investigation. The purpose of this article is to examine how physics experiments can be used to develop students' research skills and to outline practical methodological approaches to organizing such work in school education. In current standards there is a primary aim the development of science process skills, the content standard is mentioned as the way of their application. The requirements for student´s work as to discover, to verify, to investigate are common and prove the scientific approach. Other skills like state hypothesize or control variables haven´t been part of previous standards [3].

Research skills in the context of school education can be understood as a set of intellectual and practical abilities that enable students to independently investigate natural phenomena. The core components include:

-identifying a problem and formulating a research question;
-putting forward a hypothesis;
-planning and conducting an experiment;
-collecting, processing, and analyzing data;
-drawing conclusions and evaluating the reliability of results;
-presenting findings in a clear and reasoned form.

Physical experiment is particularly effective for developing these skills because it combines theoretical knowledge with practical action. Each stage of experimental work contributes to the formation of specific research competencies. Experiments are a way of presenting material that students actively experience and prove about what they are learning, students are totally involved in doing, following a process, observing an object, analyzing, proving and drawing their own conclusions about an object, condition or process [4].

At the stage of problem formulation and hypothesis generation, students learn to observe carefully, notice contradictions between expected and actual behavior of physical systems, and express their assumptions in a testable form. For example, when investigating the dependence of the period of a simple pendulum on its length, mass, and amplitude, students must decide which factors are likely to be significant and which can be neglected.

The process of developing research skills through physics experiments can be clearly represented as a continuous cycle. Each stage of this cycle contributes to the formation of specific research competencies and prepares students for the next phase of investigation.

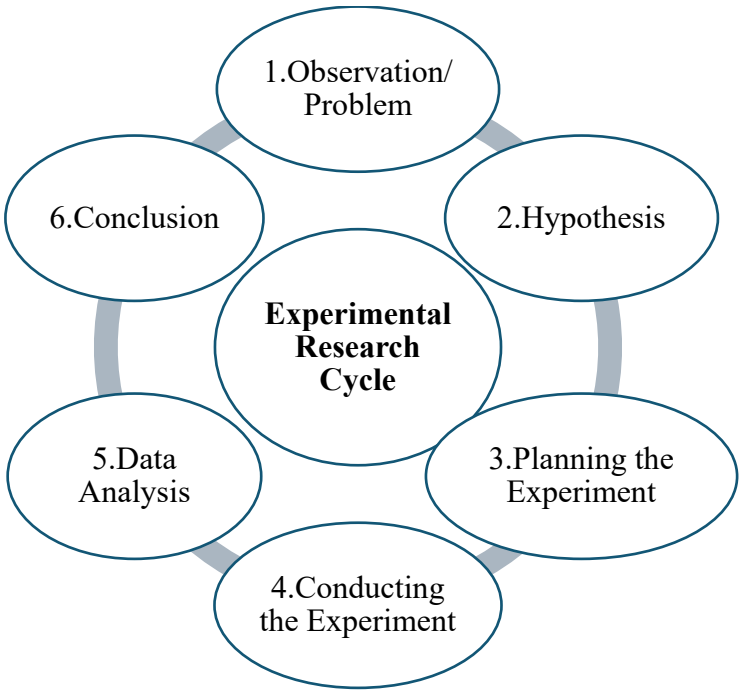


Figure 1. Experimental Research Cycle

As shown in Figure 1, the experimental research process is cyclical rather than linear. Students may return to earlier stages when new questions arise or when the results require refinement of the hypothesis or experimental design. This cyclical nature reflects the real process of scientific inquiry and helps students understand that research is an iterative activity.

Experiment activities are a characteristic and essence of natural science learning that requires students to experience the process of discovery as scientists do [5].

The planning and conducting stage develop the ability to design a sequence of actions, select appropriate instruments, control variables, and ensure the reliability of measurements. Students learn that a well-designed experiment requires careful consideration of measurement accuracy, systematic and random errors, and the conditions under which the investigation is performed.

Data analysis and interpretation foster critical thinking and quantitative reasoning. Students process numerical results, construct graphs, identify patterns, and compare experimental findings with theoretical predictions. At this stage they also learn to evaluate the validity of their hypothesis and to recognize the limitations of the experimental method.

Students can develop various competencies, not only train process skills, but also can increase students' self-confidence in the concepts that they are learning because students not only get theory but also can prove and discover the concept through experimental activities carried out [6].

Finally, the formulation of conclusions and presentation of results help students develop scientific communication skills. They learn to express ideas precisely, support statements with evidence, and reflect on possible sources of error and ways to improve the investigation.

Both real and virtual experiments can contribute to the development of research skills. Real experiments provide authentic sensory experience and teach practical laboratory techniques. Virtual experiments, in turn, allow students to explore phenomena that are difficult, time-consuming, or unsafe to reproduce in a school laboratory, and to focus more attention on the logic of investigation and data analysis.

Effective development of research skills through physics experiments requires purposeful organization of the learning process. Several principles are particularly important.

First, experimental tasks should gradually increase in the degree of student independence. At the initial stage, students may follow detailed instructions while still being required to formulate hypotheses and interpret results. Later, they should be given more open-ended tasks in which they themselves determine the research question, select the method, and design the procedure. Second, the emphasis should be shifted from obtaining the "correct" numerical result to understanding the process of investigation. Teachers should encourage discussion of experimental design, sources of error, and alternative ways of approaching the same problem.
Third, different forms of experimental activity can be used:

-traditional laboratory works with research elements;
-short investigative tasks during lessons;
-mini-projects lasting several lessons;
-home experiments based on everyday materials;
-virtual laboratory investigations.

The comparative characteristics of real and virtual experiments are presented in Table 1. As can be seen from the table, each type of experiment has its own strengths and limitations. Therefore, the most effective approach is the balanced combination of both forms of experimental activity.

Table 1

Criterion	Real Experiment	Virtual Experiment
Sensory experience	High	Limited
Safety	Requires control	High
Possibility to change variables	Limited	Very high
Focus on research logic	Medium	High
Development of practical skills	Strong	Weak
Accessibility	Depends on equipment	High

Comparative Characteristics of Real and Virtual Experiments

The role of the teacher changes from that of an instructor who demonstrates and explains to that of a facilitator who guides students' thinking through questions, helps them refine their research questions, and supports the analysis of results. Feedback should focus not only on the final answer but also on the quality of reasoning, the adequacy of the experimental design, and the ability to critically evaluate one's own work.
It is also important to create an atmosphere in which mistakes and unexpected results are treated as natural parts of the research process rather than as failures. Such an approach helps students develop persistence, intellectual honesty, and a realistic understanding of the nature of scientific inquiry.

The development of research skills is one of the most important tasks of modern school education, and physics, as an experimental science, possesses unique potential in this regard. In an era when the volume of information is growing rapidly and the ability to think independently is becoming more valuable than the simple accumulation of facts, the formation of research competencies acquires special significance. As shown in this article, the systematic and purposeful use of physical experiments allows students not only to assimilate theoretical knowledge more deeply and meaningfully, but also to master the full cycle of research activity. From careful observation of a phenomenon and the formulation of a problem to putting forward a hypothesis, designing an experiment, selecting appropriate methods and instruments, collecting and analyzing data, evaluating the reliability of results, and finally drawing reasoned conclusions — each stage of experimental work contributes to the formation of essential intellectual and practical competencies. Moreover, this process helps students to understand the nature of scientific knowledge itself, to recognize that scientific inquiry is iterative and open to refinement, and to

develop the habits of critical thinking, intellectual honesty, and responsibility for the quality of their own investigative work.

Particularly significant is the fact that experimental activity transforms the position of the student. Instead of remaining a passive recipient of ready-made information, the learner becomes an active investigator who independently searches for answers to emerging questions. This shift has a profound educational effect: students begin to understand the nature of scientific knowledge, learn to treat results critically, recognize the role of measurement error, and appreciate the importance of evidence-based reasoning. Such experience is difficult to replace with purely theoretical study or reproductive exercises.

Both real and virtual experiments can serve as effective tools for developing research skills, provided they are organized with clear pedagogical intent. Real experiments give students authentic sensory experience and teach practical laboratory culture, while virtual experiments expand the range of accessible phenomena and allow greater focus on the logic of investigation and data interpretation. The combination of these two forms creates favorable conditions for differentiated and student-centred learning.

The success of this work largely depends on the methodological approaches employed by the teacher. Gradual increase in student independence, emphasis on the process of investigation rather than solely on the final numerical result, thoughtful organization of different forms of experimental activity, and a supportive classroom atmosphere in which mistakes are treated as natural elements of research - all these factors significantly enhance the educational potential of physics experiments. When the teacher acts as a facilitator rather than a mere transmitter of knowledge, students receive the necessary guidance while retaining responsibility for their own investigative process.

The fundamental differences between traditional teaching methods and the experimental approach to developing research skills are clearly illustrated in Figure 2. While the traditional approach largely relies on the passive perception of ready-made knowledge, the memorization of facts, and a predominantly teacher-centred model of instruction, the experimental approach places students in an active position of investigators who independently observe phenomena, formulate questions, test hypotheses, and analyze results. This shift from reproductive to productive activity creates significantly more favorable conditions for the formation of research competencies. Furthermore, the experimental approach not only develops specific investigative skills but also fosters broader intellectual qualities such as critical thinking, independence, and the ability to take responsibility for the process and outcomes of one's own learning. As a result, students are better prepared for further education and for solving complex problems in a rapidly changing world.

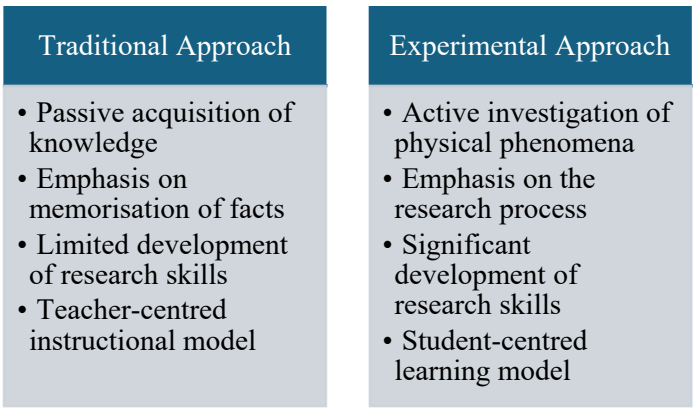


Figure 2. The Comparison of traditional and experimental approaches

In conclusion, the regular and well-organized use of physics experiments represents an effective means of developing students' research skills. It contributes not only to the improvement of subject competence, but also to the formation of a broader research culture that includes critical thinking, intellectual independence, the ability to work with data, and the capacity to communicate scientific ideas clearly. School physics experiment is significant instrument for effective and motivational physics education [7]. In the context of contemporary educational demands, such preparation is of lasting value, equipping students with tools that will remain relevant in their further education, professional life, and everyday decision-making. Therefore, experimental work in physics should be regarded not as an optional supplement to theoretical study, but as an essential and integral component of science education aimed at the comprehensive development of the learner.

List of references:

1. Raimund G., Heike T. Physics Education // Experiments in Physics Teaching. 2022. P.269-296.
2. Peter D., David S. Physics Education // The Development of Experimental Skills, the Role of Digital Technologies and Multimedia in Physics Teacher Education. 2023. P.65-76.
3. Martina H., Jana U., Monika V., Petra V., Viera L. Procedia – Social and Behavioral Sciences // The Development of Science Process Skills in Physics Education. 186 (2015). PP. 982 – 989
4. Nugraha M. G., Kirana K. H. Profil Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Fisika Dalam Perkuliahan Eksperimen Fisika Berbasis Problem Solving Pros. Seminar Nasional Fisika (E-Journal) 4. 2015. PP. 201-204.
5. Amien M 1987 Mengajarkan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Dengan Menggunakan Metode "discovery" dan "inquiry" (Jakarta: Depdikbud)
6. M. G. Nugraha, S. Utari, D. Saepuzaman, F. N. Solihat, K. H. Kirana, Journal of Physics: Conference Series // Development of basic physics experiments based on science process skills (SPS) to enhance mastery concepts of physics pre service teachers in Melde's law. 2018. PP. 1-7.
7. Josef Trna, Petr Novak. Motivational Effectiveness of Experiments in Physics Education. 2020. PP. 1-9.

Technical Sciences

Concrete Mix Design for Bored Piles in Astana Using a Dairy Whey-Based Additive

Bayadilov Marat
Master's Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. Place of Employment: BI Group.

Abstract. This paper examines the possibility of using dairy industry waste as a component of an additive for concrete mixtures used in the construction of bored piles in Astana. The relevance of the study is determined by the need to improve the technological and operational properties of pile concrete, as well as to identify environmentally friendly methods for recycling by-products of dairy production. Particular attention is paid to the influence of whey on cement hydration processes, workability, slump retention, strength, and concrete durability. An experimental research programme involving different dosages of whey-based additive is proposed. The specific conditions of using the developed concrete mix in the sharply continental climate of Astana are also considered.
Keywords: bored piles, heavy-weight concrete, milk whey, organic additive, dairy industry waste, workability, concrete strength, frost resistance, water impermeability, Astana.

1. Introduction

Modern construction in Astana is characterised by an increase in the volume of residential, public, and industrial building projects. Consequently, particular importance is attached to improving foundation construction technologies capable of withstanding significant loads and ensuring the stability of building structures under complex engineering and geological conditions.

Bored piles are among the most widely used types of foundation structures. Their application makes it possible to transfer building loads to deeper and stronger soil layers, reduce dynamic impacts on surrounding buildings, and carry out foundation construction in densely developed urban areas.

The quality of bored piles largely depends on the properties of the concrete mixture used. Concrete must have sufficient workability, high cohesion, resistance to segregation, and the ability to fill the space between reinforcing bars. Maintaining the technological properties of the mixture throughout transportation and placement is particularly important, since pile concreting is often carried out using a tremie pipe or concrete pump.

Additional requirements for concrete are determined by the climatic conditions of Astana. The region is characterised by a sharply continental climate, with long, cold winters and significant seasonal and daily temperature fluctuations. According to Kazhydromet, the average January temperature in the northern regions of Kazakhstan is approximately −17 °C, while considerably lower temperatures may also occur [1]. Therefore, pile concrete must provide the required strength, density, and durability under temperature variations and possible moisture exposure.

Currently, considerable attention is being paid to the development of construction materials using secondary resources. One promising area is the use of food industry waste as a component of construction materials. In particular, milk whey, generated during cheese and cottage cheese production, contains lactose, proteins, mineral salts, and other organic compounds.

Although milk whey is a valuable by-product of food production, its uncontrolled discharge creates environmental problems due to its high organic matter content. Using this product in the

development of modified concrete mixtures may provide an alternative method of rational secondary resource utilisation.

Thus, investigating the influence of a milk whey-based additive on the properties of concrete intended for bored piles is of both scientific and practical interest.

2. Review of Scientific Research and Justification for Using Milk Whey

Milk whey is a liquid by-product of milk processing. Depending on the production technology, it may contain lactose, whey proteins, mineral substances, and residual components of milk raw materials.

From the perspective of concrete technology, the organic substances present in whey are of particular interest because they can affect cement hydration processes. Certain organic compounds may alter the rate of chemical reactions, the setting time of cement paste, and the rheological properties of concrete mixtures.

One of the most significant components of milk whey is lactose. Sugars can have a retarding effect on cement hydration. Depending on their concentration and chemical composition, they may increase the time during which a concrete mixture retains its workability. However, excessive organic content may cause undesirable retardation of hardening and a reduction in early-age strength.

In a study by P. R. Taube, N. A. Koglova, L. A. Orlova, and E. L. Gurevich, published in 1974, the possibility of using milk whey as an additive for cement mortars and concrete was investigated. The authors noted its ability to influence workability and cement setting time [2].

A later study by F. Memioğlu and M. Elibol (2020) examined the possibility of using whey-based raw materials in the production of biological additives for construction materials. The authors evaluated the chemical characteristics of the developed compositions, concrete mixture workability, and strength properties. The results indicated the potential of using whey in the composition of complex additives [3].

In a study by E. J. Colunche Saavedra, R. F. Arribasplata Florian, and M. A. Mosqueira Moreno (2025), the influence of a dairy by-product on the compressive strength of concrete specimens was investigated at additive contents of 1% and 2% relative to the mass of mixing water. The authors established that the effect of the additive depended on its concentration and the age of the concrete. The most favourable proportions differed between early-age and 28-day curing periods [4].

Another scientific study, devoted to the use of liquid dairy industry waste in the cement stabilisation of clay soil, established that a small proportion of whey could positively affect strength characteristics, whereas increasing its content could lead to a reduction in strength. This confirms the necessity of experimentally determining the optimal dosage [5].

In 2026, a study was published on the production of a cement hydration retarder based on cheese whey waste through a specialised fermentation process. This work further confirms the potential of using dairy raw materials to develop biological modifiers for cementitious systems [6].

Thus, the review of scientific literature indicates that milk whey can be considered a promising component of additives for cement-based materials. However, its influence depends on its chemical composition, pretreatment method, concentration, and the characteristics of the cement used.

Nevertheless, the application of such an additive specifically in concrete for bored piles under the climatic conditions of Astana requires further experimental investigation.

3. Aim and Objectives of the Research

The aim of this study is to develop and scientifically substantiate an optimal concrete mix design for bored piles in Astana using an additive based on dairy whey waste.

To achieve this aim, the following objectives are proposed:

1. To investigate the physicochemical characteristics of dairy industry waste used as a raw material for the additive.
2. To determine the influence of the whey-based additive on cement hydration and hardening processes.
3. To investigate the effect of different additive dosages on the workability and workability retention of concrete mixtures.
4. To determine the strength characteristics of concrete at the ages of 7, 28, and 56 days.
5. To evaluate the frost resistance, water impermeability, and homogeneity of the developed concrete mixtures.
6. To develop recommendations for applying the modified concrete in bored pile construction under the climatic conditions of Astana.

The scientific hypothesis is that the application of an optimal amount of milk whey-based additive will make it possible to regulate the rheological properties of the concrete mixture, increase the duration of workability retention, and ensure the required physical and mechanical characteristics of hardened concrete.

4. Materials and Experimental Research Methodology

To develop the concrete mix design, it is proposed to use Portland cement, natural sand, crushed stone, water, and an additive based on dairy whey waste.

The main requirements for the initial materials are the stability of their characteristics, compliance with applicable regulatory documents, and the absence of components that may adversely affect reinforcement or concrete durability.

4.1. Characteristics of the Whey-Based Additive

Milk whey obtained during cheese or cottage cheese production is proposed as the initial raw material.

Before introducing the additive into the concrete mixture, the following parameters should be determined:

- Hydrogen ion concentration (pH);
- Density;
- Dry matter content;
- Lactose mass fraction;
- Protein content;
- Soluble mineral salt content;
- Chloride content and other potentially harmful components.

The stability of the chemical composition of the initial raw material is particularly important. Since whey properties depend on dairy production technology, it is necessary to use raw materials from the same batch or monitor the characteristics of each batch during experimental research.

Two methods of additive preparation are proposed: the use of pre-treated liquid whey and the use of a concentrated whey composition. The most effective option should be selected based on laboratory testing.

4.2. Concrete Mix Design

The concrete mix design should be carried out in accordance with GOST 27006-2019, *Concrete. Rules for Mix Design* [7].

As an initial option, concrete of strength class B25–B30 is recommended. The final strength class should be established based on the design requirements for the piles, applied loads, engineering and geological conditions, and service conditions.

For experimental research, it is advisable to provide one reference mixture without whey additive and several modified mixtures.

The proposed dosage programme is presented in Table 1.

Table 1 – Proposed Experimental Programme for Milk Whey Dosage

Mixture No.	Liquid whey content relative to the mass of mixing water
C0 – Reference mixture	0%
C1	1%
C2	3%
C3	5%
C4	7%

These values represent experimental dosage levels and should not be regarded as established optimal dosages. The amount of water introduced with the whey must be included in the total water balance of the concrete mixture. To ensure a valid comparison between mixtures, the effective water-to-cement ratio should remain constant.

If necessary, the dosage range may be adjusted following preliminary testing.

4.3. Determination of Fresh Concrete Properties

The following technological characteristics should be evaluated:

- Concrete mixture workability;
- Workability retention over time;
- Fresh concrete density;
- Segregation resistance;
- Bleeding;
- Entrained air content;
- Pumpability and placement characteristics.

High cohesion and resistance to segregation are particularly important for bored pile concrete. When concrete is placed through a tremie pipe, the mixture must retain its ability to flow freely through the pipe and fill the space between reinforcement bars.

According to EN 1536, concrete for bored piles should possess high plasticity, good cohesion, resistance to segregation, and sufficient workability throughout the entire placement period [8].

Therefore, evaluating the effectiveness of the whey-based additive requires more than determining the initial workability. Changes in workability should also be investigated at 30, 60, 90, and 120 minutes after mixing.

4.4. Investigation of Hardened Concrete Properties

To determine the physical and mechanical characteristics, it is proposed to prepare cubic specimens and conduct tests at the ages of 7, 28, and 56 days.

The main parameters include:

- Compressive strength;
- Hardened concrete density;
- Water impermeability;
- Frost resistance;
- Capillary water absorption;
- Structural homogeneity.

Particular attention should be paid to early-age strength, since the retarding effect of organic components on cement hydration may influence strength development and the organisation of construction works.

Frost resistance and water impermeability should be determined using the test methods specified in the relevant applicable standards.

5. Specific Features of Applying the Developed Concrete in Astana

The use of concrete mixtures for bored piles in Astana requires consideration of climatic, technological, and engineering-geological factors.

The first significant factor is the low ambient temperature during winter. At sub-zero temperatures, cement hydration slows down, increasing the time required for concrete hardening. If concrete freezes before reaching its critical strength, internal damage may occur, resulting in reduced structural durability.

Therefore, using a whey-based additive requires a thorough investigation of its influence on early-age concrete hardening. In particular, it is necessary to establish whether the organic components of the additive cause excessive retardation of strength development at low temperatures.

The second factor is the need to ensure reliable concreting operations. During bored pile construction, the concrete mixture may remain in the transportation and placement process for an extended period. Loss of workability can cause difficulties when the mixture passes through the reinforcement cage, resulting in void formation and defects in the continuity of the pile shaft. In this regard, the potential regulating effect of the whey-based additive on setting time and workability retention may have practical significance. However, this effect must be confirmed experimentally and must not result in reduced final strength.

The third factor is the possible influence of groundwater and aggressive soil components. Depending on the engineering and geological conditions of the construction site, requirements for water impermeability, sulfate resistance, and other concrete durability parameters must be established.

Consequently, the development of the concrete mix design should not focus solely on achieving the required strength but should also account for the operating conditions of the pile foundation. An important area for further research is determining the possibility of using the whey-based additive together with modern polycarboxylate superplasticizers. Such a combination may potentially make it possible to regulate concrete workability and reduce the water-to-cement ratio. However, the chemical compatibility of the components and their influence on air content and setting time must first be evaluated.

6. Expected Results and Scientific and Practical Significance

Based on the review of scientific literature and the proposed methodology, several expected effects of the whey-based additive on concrete can be identified.

First, the additive may regulate the duration of concrete workability retention due to the influence of whey organic components on cement hydration processes.

Second, changes in the rheological properties of the concrete mixture are expected, including its plasticity and workability. This is particularly important for pile concrete, which must ensure proper filling of the borehole and the spaces between reinforcement bars.

Third, with an appropriately selected dosage, it is expected that the required strength characteristics of hardened concrete can be achieved without significant deterioration of its operational properties.

At the same time, the possibility of adverse effects caused by excessive organic matter content must be considered. An excessive amount of whey may lead to excessive retardation of cement hydration, increased setting time, and reduced early-age strength.

The scientific novelty of the study lies in the development and substantiation of a concrete mix design for bored piles using an additive based on dairy industry waste, taking into account the technological and climatic characteristics of Astana.

The practical significance lies in the possibility of developing a more efficient concrete mixture that simultaneously ensures the required technological properties of pile concrete and promotes the utilisation of secondary raw materials in construction material production.

The environmental benefits may include reducing the volume of dairy industry waste requiring disposal and creating an additional industrial application for this secondary resource.

7. Conclusions

The analysis of scientific research demonstrates that the use of dairy industry waste as a component of additives for cement-based materials represents a promising direction in the development of environmentally oriented construction technologies.

Milk whey contains organic substances capable of influencing cement hydration processes, setting time, and the technological properties of concrete mixtures. At the same time, the effectiveness of its application depends on the chemical composition of the initial raw material and the concentration of the additive.

For concrete used in bored pile construction, workability, cohesion, resistance to segregation, workability retention, and the ability to achieve the required strength are of particular importance. Therefore, the application of a milk whey-based additive should aim to improve the technological properties of the concrete mixture without deteriorating the physical, mechanical, and operational characteristics of hardened concrete.

Considering the climatic conditions of Astana, it is necessary to further investigate the influence of the additive on early-age hardening, frost resistance, and water impermeability. Particular attention should be paid to the possibility of applying the developed concrete mix under low-temperature conditions and during bored pile concreting using tremie pipes.

Further experimental research is expected to determine the optimal dosage of the whey-based additive, develop an efficient concrete mix design, and formulate recommendations for its application in pile foundations.

Thus, the use of dairy whey waste in concrete production may become a promising solution that combines improvements in construction material performance with the rational utilisation of secondary resources. The development of such a concrete mix design is of interest to the construction industry of Kazakhstan and may contribute to the advancement of resource-efficient construction technologies.

REFERENCES

1. Kazhydromet. Climate of Kazakhstan. Information materials on the climatic characteristics of the regions of the Republic of Kazakhstan. Available at: https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/klimat-kazahstana (accessed: 30 October 2026).
2. Taube, P. R., Koglova, N. A., Orlova, L. A., Gurevich, E. L. Effective Additive for Cement Mortars and Concrete // Construction Materials. 1974. No. 11. P. 21–22.
3. Memioğlu, F., Elibol, M. Preparations and Applications of Bio-Based Additives for Building Chemicals Production // Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies. 2020. Vol. 5, No. 1. P. 379–391. DOI: https://doi.org/10.29187/jscmt.2020.42.
4. Colunche Saavedra, E. J., Arribasplata Florian, R. F., Mosqueira Moreno, M. A. Compressive Strength of Concrete Specimens with the Addition of Buttermilk // LACCEI. 2025. Vol. 1, No. 12. DOI: https://doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.638.
5. Impact of Liquid Whey Waste on Strength and Stiffness of Cement Treated Clay. University of Technology Sydney. 2018. Available at: https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/127217.
6. Hydration Control and Performance Enhancement of Cementitious Materials with a Sustainable Retarder Derived from Waste Cheese Whey // Construction and Building Materials. 2026. Vol. 509. Article 145215. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2026.145215.
7. GOST 27006-2019. Concrete. Rules for Mix Design. Interstate Standard.

8. EN 1536:2010. Execution of Special Geotechnical Work – Bored Piles. European Committee for Standardization.
9. GOST 7473-2010. Concrete Mixtures. Specifications.
10. GOST 26633-2015. Heavyweight and Fine-Grained Concrete. Specifications.
11. GOST 24211-2008. Additives for Concrete and Mortars. General Technical Requirements.
12. Barbosa, M. T. et al. Utilisation of Dairy Waste as a Release Agent and Plasticizer for Civil Construction // International Journal of Sustainable Engineering. 2021. P. 2074–2081. DOI: https://doi.org/10.1080/19397038.2021.1966124.

DSP-BASED COMPENSATION OF CHROMATIC DISPERSION IN COHERENT OPTICAL COMMUNICATIONS

Gurbanov Ramzi
Master's Student, Azerbaijan State Oil and Industry University

Keywords: coherent optical communication, chromatic dispersion, digital signal processing, QPSK modulation, bit error rate (BER).

Optical fiber communication systems form the backbone of modern telecommunication networks due to their high transmission rates and low signal attenuation. However, physical effects occurring during signal propagation through optical fibers can degrade transmission quality. One of these effects is chromatic dispersion. This phenomenon causes pulse broadening and intersymbol interference as signal components with different wavelengths propagate through the fiber at different group velocities [4].

In coherent optical communication systems, distortions caused by dispersion can be compensated for using Digital Signal Processing (DSP) techniques. A digital filter implemented at the receiver helps restore the original signal waveform and improve transmission quality [1, 3].

The aim of this article is to investigate the effects of chromatic dispersion in a coherent optical communication model using QPSK modulation and to evaluate the effectiveness of DSP-based compensation through simulation results. The evaluation is based on the bit error rate (BER), error vector magnitude (EVM), and QPSK constellation diagram.

Research Methodology and Simulation Model

The research was conducted using the Python programming language in the Google Colab environment. The model incorporates QPSK modulation, an RRC pulse-shaping filter, chromatic dispersion in the optical fiber, additive white Gaussian noise (AWGN), and DSP-based compensation at the receiver.

QPSK modulation enables the transmission of two bits per symbol. The roll-off factor of the RRC filter was set to 0.25, while the number of samples per symbol was set to 8. Chromatic dispersion compensation was modeled using a digital filter that counteracts the dispersion transfer function of the channel [3].

Table 1. Main Simulation Parameters

Parameter	Value or Description
Modulation method	QPSK
Symbol rate	32 GBd
Carrier wavelength	1550 nm
Chromatic dispersion coefficient	16 ps/(nm·km)
Length of the optical fiber	50 km
Roll-off factor of the RRC filter	0,25
Sampling coefficient	8 samples/symbol
Simulation environment	Google Colab
Compared Cases	Before and after DSP compensation
Number of symbols	100 000
Number of bits	200 000

Chromatic dispersion compensation was modeled using a digital filter that counteracts the dispersion transfer function of the channel. The relationship used for ideal compensation is given as follows:

$$H_{\mathrm{DSP}}(f) = \frac{1}{H_{\mathrm{CD}}(f)}$$

Here, $H_{\mathrm{DSP}}(f)$ represents the transfer function of the compensation filter, while $H_{\mathrm{CD}}(f)$ epresents the transfer function of the chromatic dispersion channel.

The reliability of the system was evaluated using the bit error rate (BER):

$$\mathrm{B\square R} = \frac{N_{\mathrm{err}}}{N_{\mathrm{bits}}}$$

Here N_{err} represents the number of incorrectly received bits, while N_{bits} represents the total number of evaluated bits. A decrease in BER indicates more accurate recovery of the transmitted data.

SIMULATION RESULTS AND DISCUSSION

QPSK Signal Analysis

The constellation diagram illustrates the distribution of received QPSK symbols in the complex plane. Due to dispersion, symbols may deviate from their ideal positions, making accurate detection more difficult. DSP compensation reduces dispersion-induced distortions, allowing the symbols to move closer to their ideal positions.

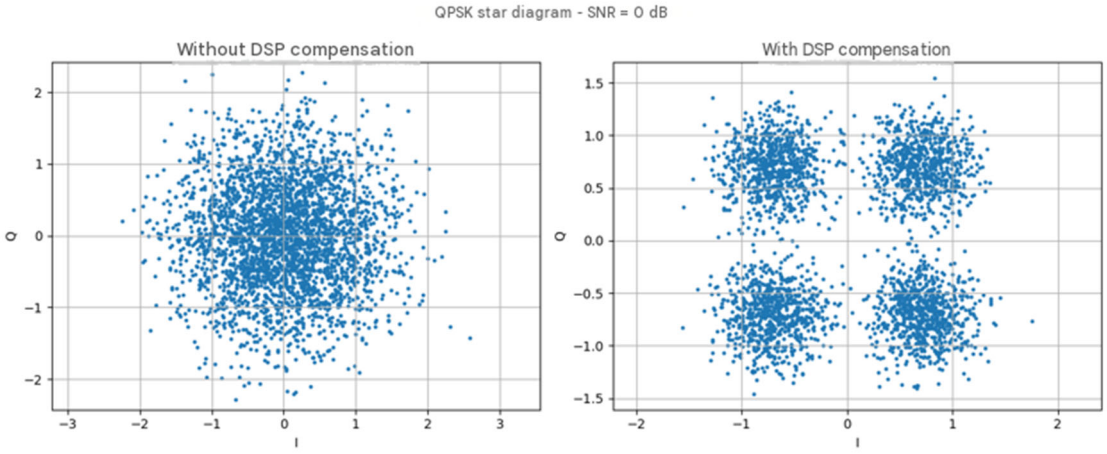


Figure 1. Comparison of QPSK Signal Constellation Diagrams Before and After DSP Compensation

BER Performance Analysis

The effect of DSP compensation on the BER performance was evaluated at different signal-to-noise ratios (SNR). The results show that BER decreases when DSP compensation is applied.

Table 2. BER Results at Different SNR Values

SNR (dB)	BER with DSP
−2	0,01238
0	0,00218
2	0,000210
4	0*
6	0*

Note: A zero result indicates that no errors were detected among the bits evaluated in the simulation; it does not mean that the error probability is zero under all conditions.

As shown in Table 2, BER decreases as SNR increases. At an SNR of −2 dB, the BER was 0.01238, while at 0 dB it was 0.00218 and at 2 dB it was 0.000210. No errors were detected among the evaluated bits at higher SNR values. These results demonstrate that DSP compensation has a positive effect on signal recovery within the selected simulation model.

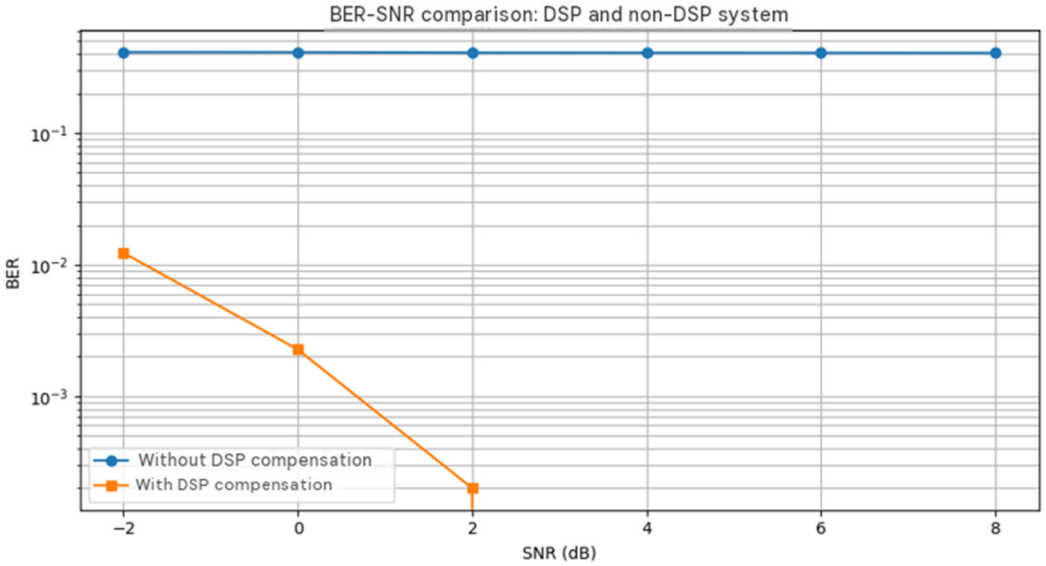


Figure 2. Dependence of BER on SNR in the System with DSP Compensation.

The analysis of Error Vector Magnitude (EVM) showed that signal quality improves as the SNR increases. For an optical fiber length of 50 km at an SNR of 0 dB, the EVM was 94.34% in the system without DSP and approximately 33.37% in the system with DSP. In the DSP-based system, as the SNR increased from 2 dB to 8 dB, the EVM decreased from 27.07% to 13.98%. These results demonstrate that DSP compensation reduces the deviation of symbols from their ideal positions and improves signal quality.

References:

1. Hadjadji N., Hamdi R. Analysis and Compensation of Chromatic Dispersion in Long-hauls Optical Coherent System // Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science. 2021, Vol. 65, No. 4, pp. 281–289. https://doi.org/10.3311/PPee.15198
2. Ip E., Lau A. P. T., Barros D. J. F., Kahn J. M. Coherent detection in optical fiber systems // Optics Express. 2008, Vol. 16, No. 2, pp. 753–791.
3. Savory S. J. Digital filters for coherent optical receivers // Optics Express. 2008, Vol. 16, No. 2, pp. 804–817. https://doi.org/10.1364/OE.16.000804
4. Виноградова И. Л., Янышев Ш. Б. Об искажении цифрового сигнала действием хроматической дисперсии волоконно-оптических линий передач // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2012. Т. 16, № 1 (46). С. 167–171. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ob-iskazhenii-tsifrovogo-signala-deystviem-hromaticheskoy-dispersii-volokonno-opticheskih-liniy-peredach
5. Григоров И. В., Акимова А. М., Нефедова Е. С., Сацута Е. С., Харчилава А. З. Компенсация дисперсии сигналов в волоконно-оптических линиях передачи и её описание с применением унитарных преобразований // Научный журнал. 2018. № 6 (29). С. 17–21. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kompensatsiya-dispersii-signalov-v-volokonno-opticheskih-liniyah-peredachi-i-ee-opisanie-s-primeneniem-unitarnyh-preobrazovaniy

Gurbanov R.

DSP-Based Compensation of Chromatic Dispersion in Coherent Optical Communication (Summary)

This article investigates chromatic dispersion and its compensation in coherent optical communication systems. A numerical simulation is performed using QPSK modulation, a symbol rate of 32 GBd, a wavelength of 1550 nm, and an optical fiber length of 50 km. Digital signal processing (DSP) is applied at the receiver to compensate for dispersion-induced signal distortions. System performance is evaluated using the bit error rate (BER) and error vector magnitude (EVM). The simulation results demonstrate that DSP-based compensation improves signal quality under the considered conditions.

Medical Sciences

Digital Health Policies and Their Implications for Small Private Healthcare Organizations: A Document Analysis of Canada, China, and Kazakhstan

Joslin Utegenova
DBA Candidate, Farabi International Business School, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
Xiuqin Ma
Business Consultant, Wenwei Business Consulting Co., Ltd., China
Wenyi Wu
Registered Nurse, University of Windsor, Canada

Abstract
Adopting digital systems in a small private healthcare organization is not only a technical decision. In practice, policy sets some of the rules for sharing records and reporting information, while managers still have to decide who does the work. The review covered 11 official sources from Canada, China, and Kazakhstan, with nine scholarly publications used for context. The documents were read across five issues: governance, interoperability, organizational support, workforce-related provisions, and workflow requirements. The analysis distinguished policy intentions from officially reported progress and from implications inferred for small providers. Canada's sources address cross-jurisdictional information exchange and describe an Ontario service offering practical EMR advice. China's sources place national information-sharing goals alongside filing and reporting rules for particular clinic categories. The Kazakhstan materials describe data standardization, professional education, government-reported payment checks, and integration still being planned. These are shared concerns, not evidence that one country's system performs better than another's. Even when one system handles them, clinical information exchange, regulatory reporting, and payment verification remain separate jobs. For a small clinic, that raises questions about staff duties, handovers, and the support available when work changes. This study did not measure whether these arrangements helped employees adjust to digital work.
Keywords: digital transformation; health policy; comparative document analysis; small private healthcare organizations; interoperability; workforce adaptation

1. Introduction

A clinic can send everything a regulator requires and still have trouble getting the right details to a clinician making a referral. Even a fully installed system may slow people down when it clashes with the way the clinic normally operates. The problems identified in earlier reviews go beyond the technology: staff workload, lack of help, and difficulty fitting new tools into established routines also feature prominently (Borges do Nascimento et al., 2023; Wittich et al., 2026). For managers, installation is only the first step. The harder task is fitting the system into the way staff work every day.

The organizations of interest here are small outpatient providers under private management. Here, the term refers to independently managed outpatient practices that organize their own clinical and administrative work, rather than hospitals. This description is used for the purpose of the paper. It is not a legal category common to all three countries, and it does not set a numerical limit on staff size. It also matters to distinguish a clinic's ownership from how the care delivered there is funded. In Canada, for example, physicians can work as private contractors within a publicly funded system (Health Canada, 2023b). Likewise, public community health centers in China and public polyclinics in Kazakhstan cannot simply stand in for small private clinics.

Canada, China, and Kazakhstan were selected purposively because they are relevant to the wider research on workforce adaptation and offer policy materials on different aspects of digital-health implementation: cross-jurisdictional information exchange, clinic filing and reporting, and data standardization and system development. They were not intended to represent health systems as a whole. The document review was guided by two questions. First, what do they show about the rules and institutional conditions under which digital health is being put into practice? Second, what might those conditions mean for employees in independently run small clinics? The paper deals with electronic records, exchanging information, reporting, and the help organizations receive. Other aspects of digital healthcare fall outside its scope. The focus is on how this work is organized, rather than on ranking countries by digital progress.

2. Analytical Framework

A sociotechnical perspective provides the starting point for this analysis of digital healthcare. Within a clinic, software has to fit staff routines, management choices, and requirements coming from outside the organization. A problem that looks like a software issue may actually arise from the way a rule, a routine, and a staff responsibility fit together. Sittig and Singh (2010) provide a sociotechnical model for understanding those relationships. The analysis drew on that model to develop five document-review dimensions for the narrower comparison in this paper. They should not be read as a reproduction or validation of the original model.

Under governance, the questions were who sets a particular rule and which healthcare providers it covers. For interoperability, the analysis considered not only whether information can be sent but also whether the receiving system can make use of it. Organizational support meant both the help offered to a provider and the requirements it must meet before that help is available. The workforce dimension covered training priorities and assistance with unfamiliar duties. It was not intended to judge staff competence. For workflow requirements, the analysis considered the actual steps involved in keeping records, coordinating care, and completing reports. A document could contribute evidence on several of these issues.

The analysis also considered three concrete uses of information that matter to clinic staff: exchanging clinical records, making regulatory submissions, and verifying payments. Although a clinic may do all three, success with one does not necessarily help it with the others. For example, a regulator may receive the required file even though a clinician at another practice cannot access the details needed to treat a patient. The five themes helped organize the evidence; these three activities brought the analysis back to the responsibilities of staff. The terms EMR and EHR are retained as used in the cited sources; neither label alone establishes that records can be exchanged between providers. The question behind this comparison is whether outside rules and systems change what employees must do, whom they need to work with, and the support they require. Answering whether those changes help or hinder staff adaptation would require evidence from clinics, which these documents do not provide.

3. Methodology

This study used purposive qualitative document analysis, following the preparation, extraction, analysis, and distillation sequence described in the READ approach (Dalglish et al., 2020). Targeted searches were carried out on October 18, 2026. Consensus was used to locate

scholarly work, while government and other official websites were consulted for policy and institutional materials. For the English searches, each country name was combined with terms such as digital health, electronic medical records, interoperability, primary care, private providers, and workforce support. The Chinese-language searches focused on clinic filing, health informatization, and designated medical institutions. The Kazakhstan material reviewed was published in English. No similarly broad search of Russian- or Kazakh-language sources was conducted.

Priority was given to material dated 2020-2026. Two earlier Chinese policy documents were retained because they helped explain the development of digital services and the position of nongovernmental providers. An undated Ontario service page was also included. Materials were retained when they addressed outpatient governance, the obligations involved in implementation, available assistance, or progress reported by an institution. Vendor promotions, unattributed commentary, and technical-performance papers without an obvious link to the work of healthcare organizations were excluded. Foundational conceptual works were not subject to the date preference. This was a targeted search, not an attempt to gather every relevant document or conduct a systematic review.

Eleven official materials met the criteria: three relating to Canada, five to China, and three to Kazakhstan (Table 1). These included policy statements and explanations, a practice-advisory service description, a health-system overview, and government updates. Nine scholarly publications informed the method and discussion but were not part of the official corpus. Where accessible, relevant official texts were read rather than brief website descriptions. Scholarly abstracts were used only for background when full papers could not be accessed. The documents were written for different purposes and at different levels of the health system. The comparison therefore focused on the conditions they describe, rather than treating them as complete or directly equivalent inventories of national policy. Accessible official pages and instruments were checked again on October 29, 2026, for dates, provider coverage, and whether measures were planned or reported as operating. The corpus was unchanged.

For each source, an extraction matrix recorded the date, issuing institution, geographic and provider coverage, relevant provisions, and limits of the available evidence. Passages were coded under the five dimensions in Section 2, sometimes under more than one. For example, a clinic connection requirement can involve governance, interoperability, and reporting workflow. After sorting the passages by country and by theme, the analysis considered what similarities and differences emerged across the three cases. The analysis distinguished what was written into a policy from what an institution reported had happened. Any implications inferred for small private clinics were treated separately. A policy target was not assumed to have been achieved simply because its deadline had passed. A missing reference to a support service was treated as a limit of the evidence, not a reason to conclude the service was unavailable. Chinese policy titles and administrative terms were translated for the English-language comparison; the original sources are linked in References. Coding was conducted by a single researcher; there was no independent second coding, formal assessment of bias, or calculation of inter-coder agreement. The documents were read in light of their purposes and stages of policy development. In a sample of 52 health-policy articles published in 2022, Almubarak (2025) found less attention to implementation and evaluation than to policymaking. Only public materials were used. No participants were recruited and no personal health records were examined.

Table 1. Documentary corpus (11 official materials)

Country	Official materials included
Canada (3)	Health Canada (2023a, 2023b): interoperability-roadmap announcement and Canada Health Act annual report; OntarioMD (n.d.): practice-advisory service.
China (5)	General Office of the State Council (2018): Internet Plus policy; NHC et al. (2019): nongovernmental providers; NHC (2022a, 2022b): interpretations of the health-informatization plan and clinic-filing measures; National Healthcare Security Administration (2021): insurance-designation Q&A.
Kazakhstan (3)	World Health Organization Regional Office for Europe (2023): workforce discussion; European Observatory on Health Systems and Policies (2024): country overview; Office of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan (2026): digitalization update.

Note. NHC = National Health Commission of the People's Republic of China. Those nine academic studies helped interpret the findings, but they were not counted as official materials in Table 1.

4. Country-Level Findings

4.1. Canada

In Canada, responsibility for digital health is shared across jurisdictions. The documents also describe efforts to get systems in those jurisdictions communicating with one another. In 2023, Health Canada reported that the federal, provincial, and territorial governments, with the exception of Quebec, had endorsed a shared interoperability roadmap (Health Canada, 2023a). An agreed roadmap indicates what governments intend to work toward, not how far that work has already progressed. It is not evidence that patients' records already move smoothly between systems throughout the country. That gap between adoption and connection appears in a national environmental scan: electronic records are widespread, but information exchange differs substantially across provinces and territories (Kannappan et al., 2026).

OntarioMD illustrates what hands-on support for an individual practice can look like. Its Ontario-wide advisory service works with clinicians and staff on EMR use, clinic workflows, and the quality of recorded information. Access to the service requires an OntarioMD-certified EMR. The service is specific to Ontario. The Ontario service description does not establish whether other provinces offer comparable help or whether all kinds of private providers would benefit to the same extent (OntarioMD, n.d.).

A Canadian study of primary care performance measurement likewise describes differences in the use of EMR data and the roles of governance, resources, and relevant skills (Barbazza et al., 2021). For a clinic, simply having an EMR is less informative than knowing what staff can actually do with it. Can staff obtain information from elsewhere? Who takes responsibility when an outside record is incomplete? And if staff get stuck, what support can they realistically access?

4.2. China

In the Chinese sources, ambitious national digital-health plans appear alongside rules written for particular types of provider. The 2018 Internet Plus Healthcare opinion promotes information sharing, digitally enabled services, and professional education. The official interpretation of the 14th Five-Year Plan addresses standards, infrastructure, primary care informatization, and security (General Office of the State Council of the People's Republic of China, 2018; National Health Commission of the People's Republic of China [NHC], 2022a). Its connectivity objectives for 2025 concern public healthcare institutions prominently. The connectivity goals for 2025 describe intended progress, not completed results. Nor do they mean

that every independently managed private clinic faces identical obligations. The documents do not confirm that those goals had been reached by 2026.

The guidance on clinic filing is more useful when considering the specific obligations of outpatient practices. The NHC's 2022 explanation of the Interim Measures for Clinic Filing says that the basic standards for covered clinic categories include outpatient electronic records and a link to a local clinic information-supervision platform. The filing process replaced the earlier establishment or registration approvals. A one-year transition was described for clinics that were already licensed. How that information is sent depends on local arrangements. It may go straight to a platform, through a collection device, or in reports submitted periodically (NHC, 2022b). The national rules leave room for different technical arrangements. They are not proof that every clinic has already been connected. Before applying the rule to a practice, it is necessary to establish which category it falls under and what the local authority requires.

Private ownership alone is not enough to establish eligibility for public assistance or designation under medical insurance. A joint ministerial opinion issued in 2019 proposed conditional support for nongovernmental medical providers. The initial clinic-filing pilot during 2019-2020 covered ten cities, not the country as a whole (NHC et al., 2019). The insurance authority's 2021 explanation allows eligible providers to seek designated status after operating for at least three months, subject to assessment and signing a service agreement. Designated providers were also expected to supply the required information and connect to insurance information systems (National Healthcare Security Administration, 2021). An earlier survey of Chinese community health centers found that, even where EMRs were in use, many systems did not support all clinical tasks, including referrals (Xia et al., 2020). That survey does not describe private small-clinic performance in 2026. Any application to such clinics must first establish their local obligations, services, and financing arrangements.

4.3. Kazakhstan

For Kazakhstan too, national policy tells only part of the story for a particular private clinic. The European Observatory's 2024 account describes national healthcare priorities, while also explaining that publicly owned facilities are managed at regional level. According to that overview, the social health insurance (SHI) system introduced in 2020 was intended partly to increase participation by private providers (European Observatory on Health Systems and Policies, 2024). This describes what the policy sought to achieve. It does not establish whether that aim was achieved. It gives no measured figure for any rise in private-provider participation and says nothing definite about whether a particular small clinic had the digital capacity to participate.

A study of provider-data standards points to a practical mismatch: forms designed around paper records can be difficult to turn into usable digital datasets. The study reorganized clinical and administrative forms into standardized datasets. This draws attention to documentation design as part of the practical work of implementation (Nurgaliyeva et al., 2024). The education of healthcare staff has also featured in discussions about digital change. At a 2023 WHO/Ministry of Health roundtable, representatives of seven medical universities discussed digital literacy, privacy and cybersecurity, telemedicine and remote monitoring, and interdisciplinary work (World Health Organization Regional Office for Europe, 2023). The roundtable documents the issues participants discussed. It does not establish which training activities followed. Neither a completed nationwide training programme nor a national assessment of employees' digital competence can be established from that meeting.

In an update from August 2026, the government described a platform for managing healthcare resources and reported digital checks used in confirming medical services and payments. The same update described the launch of a unified medical-care payment system. The update also presented the Unified State Medical Information System, intended to connect more than 1,900 medical organizations, as a later stage of work rather than a network already operating

nationwide (Office of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan, 2026). These are government accounts of measures introduced and work still planned; the results were not independently verified at provider level for this study. The announcement leaves open whether any particular small private clinic is included in these arrangements. For an individual practice, managers would still have to find out which data definitions apply, who answers for submitted records, and where to seek support as the systems change.

5. Cross-Country Comparison

Table 2 draws on different kinds of evidence: policy requirements, progress reported by institutions, and findings from published studies. Its final row is different again: it raises possible workflow issues rather than presenting observations from inside clinics. These differences in evidence are why the table should not be used to score or rank the countries. The table also reflects the documents selected for this study. Other sources might lead the reader to focus on different issues.

Governance and scope. For any provider, the practical meaning of a broad policy depends on the decisions and rules that apply closer to the clinic. The documents do not all describe the same coordination problem. Each highlights a different part of the work that health systems are trying to organize. Canada's materials stress links across jurisdictions; China's pair national goals with clinic-category filing and local supervision; Kazakhstan's describe national plans, regional management of public facilities, and proposed further integration. Those issues are not unique to the countries in whose documents they stand out most clearly. The relevant management comparison is between applicable arrangements, rather than a simple contrast between 'decentralized' and 'centralized' health systems (Health Canada, 2023a; NHC, 2022b; European Observatory on Health Systems and Policies, 2024; Office of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan, 2026).

Interoperability and purpose. Connecting information systems can serve quite different purposes. The Canadian environmental scan still finds that information does not always move readily between the different settings in which patients receive care. In the Chinese filing materials, connecting systems is discussed in relation to the information clinics must supply for supervision. Separate insurance-designation rules cover the information that participating providers must report for payment. For Kazakhstan, the government describes digital checks connected with payment, while broader integration is still presented as a subsequent stage (Kannappan et al., 2026; NHC, 2022b; National Healthcare Security Administration, 2021; Office of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan, 2026). A clinic can submit a required report and still leave a referring clinician without timely access to the information needed for care. The distinction matters in any country: a clinic should check separately whether information reaches other clinicians, regulators, and payment systems.

Organizational support and access. The available forms of assistance are not directly comparable either. OntarioMD can offer advice on everyday EMR use, but a practice must have an OntarioMD-certified system to access that help. The Chinese materials deal with two separate routes: conditional support for nongovernmental providers under the 2019 policy, and insurance designation governed by the 2021 rules. Kazakhstan's materials discuss system development and coordination around education (OntarioMD, n.d.; NHC et al., 2019; National Healthcare Security Administration, 2021; World Health Organization Regional Office for Europe, 2023). They provide no directly comparable figures for the funding or training received by individual clinics across the three countries. A clinic manager first needs to establish whether the practice meets the eligibility conditions and whether the support can be obtained in practice.

Workforce-related provisions and workflow. Staff education, practical guidance, and reporting duties all appear in the documents. None of the documents supplies a common measure of employees' adjustment to digital work across the three countries. That question becomes more

concrete when attention turns to the individual tasks that staff have to finish. Someone must enter information, check it, deal with rejected records, and communicate with outside organizations. Studies of digital-health implementation give reasons to examine workplace arrangements as well as employees' skills. Problems cannot all be explained by staff being unfamiliar with technology (Borges do Nascimento et al., 2023; Wittich et al., 2026).

Table 2. Selected policy conditions and possible implications for clinic workflows

Dimension	Canada	China	Kazakhstan
Governance	Policy roadmap: shared direction, with implementation responsibilities across jurisdictions.	Policy targets and filing rules: local supervision requirements apply to covered clinic categories.	Policy context: national direction; regional departments manage publicly owned healthcare facilities.
Interoperability	Published study: uneven information exchange across care settings.	Policy goals and rules: information sharing, supervision links for covered clinics, and insurance reporting for designated providers.	Published study: data standardization; government report: payment checks; wider integration still planned.
Organizational support and access	Service description: Ontario advisory support requires a certified EMR.	Policy and designation rules: conditional support for nongovernmental providers (2019); insurance designation through application and agreement (2021).	SHI policy aim: wider private-provider participation; institutional reports and education discussions.
Workforce-related provisions	Service description: advice for clinicians and staff on workflows and data use.	Policy provisions: professional education and documentation obligations.	2023 WHO/Ministry roundtable: discussion of digital literacy, privacy, remote care, and interdisciplinary education.
Workflow implications	Inferred: check external-record access and responsibility for incomplete information.	Inferred: check the clinic category, local filing and reporting route, and any duties linked to insurance designation.	Inferred: check data definitions, whether reported payment checks apply, and who handles the work during system changes.

Note. Policy and service entries draw on the official materials in Table 1 and the discussion in Sections 4 and 5. The Canadian and Kazakhstan study findings draw on Kannappan et al. (2026) and Nurgaliyeva et al. (2024), respectively. These entries reflect different kinds of evidence, not equivalent measures of implementation. The workforce entries concern provisions and support rather than tested skills, and the workflow issues in the last row are inferences, not observed practice.

6. Discussion: Implications for Small Private Providers

For a manager of a small private clinic, a useful starting point is the obligations and working relationships that apply to the practice itself. Knowing the national policy is not enough to tell the manager which reports this particular clinic has to prepare or which systems it needs to use. That requires checking who owns the clinic, how its services are paid for, which regulator oversees it, who its contractual partners are, and which outside systems receive its information. Without that check, a clinic could mistakenly treat a programme for public primary care as a requirement that also applies to it.

It helps to treat exchanging clinical information, reporting to a regulator, and verifying payments as separate pieces of work, even when the same system is involved. Who needs to receive the record? What has to be sent? When a record is incomplete or rejected, who is supposed to follow it up and get the problem resolved? One way to investigate this would be to follow an appointment from the clinical note through any required external submission and confirmation. Tracing an appointment in this way could help a manager examine the workflow. It was not an intervention carried out or evaluated in this research.

In a small practice, one employee might complete several steps, or a record might pass between colleagues before the task is finished. Following that path could make repeated data entry visible and show where reporting duties overlap with payment work. It could also expose handovers that are unclear, uncertainty about who fixes an error, or situations in which staff lack the help they need. These are possible applications of the analysis; the study did not observe staffing arrangements at individual clinics.

The right support depends on the problem staff are trying to solve. If a referral is delayed because systems cannot share data, the clinic may need assistance from an outside service or a software change. Another training session for staff may not solve it. An unfamiliar reporting field calls for a different response: staff may simply need the rule explained clearly and someone to show them how to complete it. OntarioMD offers an example of practical EMR help that goes beyond the initial installation. China's clinic guidance draws attention to the route for local data submission, while the Kazakhstan standardization study shows why the structure of records matters (OntarioMD, n.d.; NHC, 2022b; Nurgaliyeva et al., 2024). Before changing procedures or booking training, a manager should work out whether the real difficulty is the rule itself, the system connection, what employees know, or how they coordinate their work.

This suggests a question to pursue in later clinic-based research. For example, a new reporting requirement may add a step to a familiar task or mean that an employee now has to contact someone outside the clinic. When duties change, staff may need clearer handovers or guidance on whom to contact, not just training on the software. Whether such support helps employees settle into their new work remains a question for clinic-based research; these documents do not show a measured effect.

A clinic may process records faster while staff are still learning their new duties. Faster processing is a workflow result, not a direct measure of workforce adaptation. Possible signs of workflow difficulty include entering the same information twice, failed transfers, repeated requests for clarification, and hours spent correcting or reconciling records. Those measures would need clear definitions and validation before they could be used as evidence of improvement. Even if the number of errors falls, that does not establish whether employees have become confident in their new duties or can maintain the changes over time. The improvement might instead come from a software update or a different procedure. Interviews and direct observation would help answer a different set of questions: how employees learn the new tasks, what happens as they settle into them, and whether the support on offer helps in everyday work.

7. Limitations

Several features of the study limit how far these findings can be taken. The official-document sample was small, and both the number and type of sources differed across countries. It cannot stand for every policy currently in effect. Government announcements, policy explanations, and descriptions of services are also written for different purposes. The choice of sources may explain some of the apparent differences, and the progress reported by governments was not independently audited. Some sources describe whole health systems or publicly provided primary care, which is not the same as describing work inside an independent small clinic. OntarioMD is one provincial example; it cannot stand for the availability of support throughout Canada. For Kazakhstan, the analysis relied on English-language sources; the search for Canada did not comprehensively cover French-language material. Some scholarly papers were available only as abstracts. Finally, no employee, patient, or clinic-level outcomes were collected. The study cannot establish causal effects or compare the effectiveness of national approaches. Likewise, the fact that a policy set a target for 2025 does not establish whether it was met by 2026. The findings can help shape questions for studies within clinics. They should not be used as a full regulatory checklist or presented as an implementation approach already shown to work.

8. Conclusion

Across these documents, the presence of an electronic record reveals relatively little on its own. What matters is whether staff can get the information where it needs to go and use it for the intended task. In the Canadian material, the difficulty of linking records across jurisdictions is particularly visible. The Chinese documents give more attention to the kinds of clinics covered, their filing arrangements, and what information they must report. The Kazakhstan material includes work on data standards and education priorities, along with government reports about payment checks and further integration that has yet to be completed. Similar issues appear in more than one country, and these sources do not provide a sound basis for judging which system performs best. For a clinic manager, the question is less about a national policy in the abstract and more about what it asks employees to do differently. That starts with separating the work of clinical information exchange, regulatory reporting, and payment verification, then identifying who handles each part and the help they will need. These are management considerations drawn from documents, not demonstrated improvements in workforce adaptation. Research conducted directly in small private clinics is still needed to find out how employees adjust to new duties and which forms of assistance make a difference.

References

Almubarak, S. (2025). The positioning of policy documents in the field of health policy and systems research. *Health Research Policy and Systems, 23*, Article 65. https://doi.org/10.1186/s12961-025-01344-6

Barbazza, E., Allin, S., Byrnes, M., Foebel, A. D., Khan, T., Sidhom, P., Klazinga, N. S., & Kringos, D. S. (2021). The current and potential uses of electronic medical record (EMR) data for primary health care performance measurement in the Canadian context: A qualitative analysis. *BMC Health Services Research, 21*, Article 820. https://doi.org/10.1186/s12913-021-06851-0

Borges do Nascimento, I. J., Abdulazeem, H., Vasanthan, L. T., Martinez, E. Z., Zucoloto, M. L., Østengaard, L., Azzopardi-Muscat, N., Zapata, T., & Novillo-Ortiz, D. (2023). Barriers and facilitators to utilizing digital health technologies by healthcare professionals. *npj Digital Medicine, 6*, Article 161. https://doi.org/10.1038/s41746-023-00899-4

Dalglish, S. L., Khalid, H., & McMahon, S. A. (2020). Document analysis in health policy research: The READ approach. *Health Policy and Planning, 35*(10), 1424-1431. https://doi.org/10.1093/heapol/czaa064

European Observatory on Health Systems and Policies. (2024, December 4). *Health systems in action 2024: Kazakhstan [Web overview].* https://eurohealthobservatory.who.int/publications/i/health-systems-in-action-kazakhstan-2024

General Office of the State Council of the People's Republic of China. (2018, April 25). *Opinions on promoting the development of Internet Plus Healthcare [In Chinese].* https://app.www.gov.cn/govdata/gov/201804/28/423412/article.html

Health Canada. (2023a, May 29). *Advancing on our shared priority of connecting you to modern health care.* https://www.canada.ca/en/health-canada/news/2023/05/advancing-on-our-shared-priority-of-connecting-you-to-modern-health-care.html

Health Canada. (2023b). *Canada Health Act annual report 2021-2022.* https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/health-system-services/canada-health-act-annual-report-2021-2022.html

Kannappan, S., Hastings, S., Forster, A., Dean, S., Hollett, G., Hagens, S., Gheorghiu, B., Affleck, E., Snyman, C., Adams, O., Williamson, T., & Manns, B. (2026). The current state of electronic health records across Canada: An environmental scan and interoperability maturity assessment. *CMAJ, 198*(17), E644-E654. https://doi.org/10.1503/cmaj.251640

National Health Commission of the People's Republic of China. (2022a, November 9). *Interpretation of the 14th Five-Year Plan for National Health Informatization [In Chinese].* https://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/c100133/202211/b3c3298238e3411cab0375d8f8fb8446.shtml

National Health Commission of the People's Republic of China. (2022b, December 26). *Policy interpretation of the Interim Measures for Clinic Filing [In Chinese].* https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100067/202212/e2c00b5e031a40b181e5e63fd4846d3f.shtml

National Health Commission of the People's Republic of China, National Development and Reform Commission, Ministry of Science and Technology, Ministry of Finance, Ministry of Human Resources and Social Security, Ministry of Natural Resources, Ministry of Housing and Urban-Rural Development, State Administration for Market Regulation, National Healthcare Security Administration, & China Banking and Insurance Regulatory Commission. (2019). *Opinions on promoting the sustained, healthy, and regulated development of nongovernmental medical institutions [In Chinese].* Ministry of Finance. https://www.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/caizhengxinwen/201906/t20190612_3276121.htm

National Healthcare Security Administration. (2021, January 12). *Questions and answers on the Interim Measures for Designated Medical Institutions and Retail Pharmacies under Medical Security [In Chinese].* https://www.nhsa.gov.cn/art/2021/1/12/art_105_6571.html

Nurgaliyeva, Z., Spatayev, Y., Syla, S., & Yessenbayev, B. (2024). Paving the way to establishing the digital-friendly health and care information model in Kazakhstan. *International Journal of Medical Informatics, 192*, Article 105610. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2024.105610

Office of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan. (2026, August 21). *88% of public services converted to electronic format and unjustified expenses of 10.6 billion tenge prevented: Results of healthcare digitalization on the instructions of the Head of State.* https://primeminister.kz/en/news/88-of-public-services-converted-to-electronic-format-and-unjustified-expenses-of-106-billion-tenge-prevented-results-of-healthcare-digitalization-on-the-instructions-of-the-head-of-state-31796

OntarioMD. (n.d.). *OMD advisory service.* Retrieved October 18, 2026, from https://www.ontariomd.ca/products-and-services/omd-advisory-service

Sittig, D. F., & Singh, H. (2010). A new sociotechnical model for studying health information technology in complex adaptive healthcare systems. *Quality & Safety in Health Care, 19*(Suppl. 3), i68-i74. https://doi.org/10.1136/qshc.2010.042085

Wittich, L., Rödiger, H., Rombey, T., Brecher, A.-L., Kraft, L., Sgraja, S., Stein, V., & Henschke, C. (2026). Navigating the complexities of digital health technology implementation: A scoping review of barriers and facilitators. *Implementation Science Communications, 7*, Article 69. https://doi.org/10.1186/s43058-026-00892-4

World Health Organization Regional Office for Europe. (2023, October 20). *Addressing the growing needs of Kazakhstan's digital health workforce*. https://www.who.int/europe/news-room/20-10-2023-addressing-the-growing-needs-of-kazakhstan-s-digital-health-workforce

Xia, Z., Gao, W., Wei, X., Peng, Y., Ran, H., Wu, H., & Liu, C. (2020). Perceived value of electronic medical records in community health services: A national cross-sectional survey of primary care workers in mainland China. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(22), Article 8510. https://doi.org/10.3390/ijerph17228510

Chemical Sciences

ELECTROCHEMICAL REDUCTION OF HYDROGEN PEROXIDE AT GLASSY CARBON ELECTRODES MODIFIED WITH METAL–HUMIC COMPLEXES (Mn, Mo)

Qazyna Bayniyazova
student, Iqanat High School of Burabay, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan
Aida Tolybay
student, Iqanat High School of Burabay, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan
Inzhu Spabek
student, Iqanat High School of Burabay, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan
Baktiyar Kylyshbay
student, Iqanat High School of Burabay, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan
Supervisor:
A. Ongalbek
Master of Environmental Science, Chemistry teacher, Iqanat High School of Burabay, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan

Abstract. Hydrogen peroxide (H_2O_2) is an important analyte in medicine, food technology and environmental monitoring, and there is a continuing demand for inexpensive, enzyme-free electrochemical sensors for its determination. In this work, humic acid (HA) was isolated from sodium humate and used to prepare manganese– and molybdenum–humic complexes (Mn-HA and Mo-HA). The materials were characterized by Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy and scanning electron microscopy (SEM) and immobilized on glassy carbon electrodes (GCE) using a Nafion film. The electrochemical behaviour of the modified electrodes was studied by cyclic voltammetry (CV) in acetate buffer. For both electrodes the highest currents were obtained at pH 5.6. Unmodified GCE and GCE/HA gave practically no response, whereas GCE/Mn-HA and GCE/Mo-HA showed pronounced redox activity and enhanced current in the presence of H_2O_2. The peak currents increased with scan rate and with H_2O_2 concentration in the range (1.3–20)×10^{-8} mol L^{-1} for Mn-HA and (2.5–20)×10^{-8} mol L^{-1} for Mo-HA. The lowest detectable concentrations were 1.3×10^{-8} and 2.5×10^{-8} mol L^{-1}, respectively. The results indicate that metal–humic complexes derived from inexpensive natural raw material are promising modifiers for enzyme-free H_2O_2 sensors.

Keywords: hydrogen peroxide; humic acid; metal–humic complexes; modified electrode; cyclic voltammetry; enzyme-free sensor; manganese; molybdenum.

1. INTRODUCTION

Hydrogen peroxide is a compound of major importance in living systems and industry. In the human body it is formed as a by-product of cellular respiration and takes part in immune defence, but its excessive accumulation is associated with oxidative stress and with the development of serious pathologies, including Alzheimer's and Parkinson's diseases, diabetes,

cardiovascular and oncological disorders [2, 3]. In industry, H_2O_2 is widely used for bleaching, disinfection, wastewater treatment and in pharmaceutical production, and in the atmosphere it participates in the formation of acid precipitation [1]. Reliable and inexpensive determination of H_2O_2 in medical, food and environmental samples is therefore an important task of modern analytical chemistry.

Several instrumental methods are available for H_2O_2 determination, including spectrophotometry, fluorimetry, chemiluminescence and HPLC with amperometric detection (Table 1). Electrochemical sensors are attractive alternatives because they combine high sensitivity with simple instrumentation, low cost and the possibility of miniaturization. Enzyme-based sensors (usually with horseradish peroxidase) are highly selective, but enzymes are unstable, expensive and sensitive to temperature and pH [8]. This stimulates the development of enzyme-free sensors based on catalytically active inorganic materials, such as noble-metal nanoparticles, transition-metal oxides and their composites [9].

Humic acids (HAs) are natural high-molecular-weight organic compounds found in peat, brown coal and soil. Their structure contains carboxylic, phenolic, hydroxyl and carbonyl groups that are able to bind transition-metal ions [6, 7, 10]. HAs therefore combine low cost and wide availability with the ability to serve as a matrix that retains catalytically active metal centres at an electrode surface. To our knowledge, systematic data on the use of manganese– and molybdenum–humic complexes for H_2O_2 sensing are scarce, which defines the novelty of this study.

The aim of this work was to prepare Mn– and Mo–humic complexes, to use them for modification of glassy carbon electrodes and to evaluate the electrochemical properties of the resulting electrodes and their suitability for the determination of H_2O_2. The tasks were: (i) to obtain humic acid from sodium humate and characterize it by FTIR; (ii) to prepare complexes of HA with Mn^{2+} and MoO_4^{2-}; (iii) to modify glassy carbon electrodes with these complexes; and (iv) to study the electrochemical behaviour of the modified electrodes by cyclic voltammetry, including the effect of pH, scan rate and H_2O_2 concentration. The working hypothesis was that metal–humic complexes possess electrocatalytic activity sufficient for sensitive H_2O_2 determination.

2. THEORETICAL BACKGROUND

2.1. Hydrogen peroxide

The oxidation state of oxygen in H_2O_2 is −1, intermediate between water (−2) and molecular oxygen (0), so that the molecule can act both as an oxidant and as a reductant. The corresponding half-reactions are:

$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O, \quad E^o = 1.776 \text{ V } (H_2O_2 \text{ as oxidant});$$

$$O_2 + 2H^+ + 2e^- = H_2O_2, \quad E^o = 0.682 \text{ V } (H_2O_2 \text{ as reductant}).$$

Because most substances have standard potentials below 1.776 V, H_2O_2 more often behaves as an oxidant [1]. In biology, H_2O_2 is a signalling molecule involved in intracellular signal transduction and immune responses, while elevated concentrations serve as a marker of oxidative stress [2, 3]. Typical detection limits of instrumental methods are summarized in Table 1.

Table 1. Instrumental methods for the determination of hydrogen peroxide (data from the literature [4]).

Method	Detection limit, mol L^{-1}
Spectrophotometric	1×10^{-8}
Fluorimetric	5.0×10^{-7}
Chemiluminescent	4.7×10^{-9}
HPLC with amperometric detection	7.0×10^{-7}

2.2. Humic substances

Humic substances are formed by the decomposition of plant and microbial residues and constitute the main organic part of soils, natural waters and solid fossil fuels. In brown coal they account for up to 85–86% of the organic matter, which makes it the main industrial source of humic acids [5]. By solubility, humic substances are divided into humic acids (soluble in alkaline and neutral media, precipitating at pH < 2), fulvic acids (soluble at all pH values) and humin (insoluble residue). The molecular mass of HAs ranges from several hundred to hundreds of thousands of daltons. Their aromatic framework carries carboxylic (–COOH), hydroxyl (–OH), carbonyl (C=O), methoxyl (–OCH_3) and amino groups, which provide complexing, sorption and redox-active functions [6]. Carboxylic and phenolic groups are the main metal-binding sites; depending on the metal and conditions, monodentate, polydentate or chelate complexes are formed, and the stability constants increase with pH [7]. Characteristic FTIR bands of HAs are listed in Table 2.

Table 2. Main absorption bands in FTIR spectra of humic acids [5, 6].

Band, cm^{-1}	Assignment
3550–3200	Hydrogen-bonded –OH groups; partly –NH
≈2900	C–H of aliphatic groups
1725–1705	C=O of carboxylic groups and ketones
1690–1600	C=O of quinones and conjugated ketones; amides
1550–1500	Aromatic rings (para- and ortho-substituted)
1280–1200	–OH bending; C–O of phenols and aromatic ethers
1034–1080	C–O of aromatic ethers; polyhydric alcohols

2.3. Enzyme-free electrochemical sensing of H_2O_2

Enzyme-free sensors use electrocatalytically active materials: nanoparticles of noble (Pt, Pd, Au, Ag) and base (Cu, Mn, Mo) metals, metal oxides, conducting polymers and their composites. Such materials lower the overpotential of H_2O_2 reduction or oxidation and give a stable signal [9]. Modification of electrodes with natural organic matrices, in particular HAs in combination with transition-metal ions, is a promising direction: the metal centres provide catalytic activity, while the HA matrix provides binding and sorption properties and assists electron transfer to the electrode surface. Cyclic voltammetry is the main technique for studying such electrodes, since it yields redox potentials, indicates the reversibility of the processes, and allows the kinetics of electron transfer and the optimal working conditions (pH, scan rate) to be established [11, 12].

3. EXPERIMENTAL

3.1. Reagents and equipment

All experiments were carried out at 25 ± 2 °C using chemically pure reagents: sodium humate (raw material for HA), HCl (38%), NaOH, acetic acid and sodium acetate (buffer solutions), Na_2MoO_4 (Mo source), $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ (Mn source), H_2O_2 and Nafion 117 (Sigma-Aldrich) as a binder. FTIR spectra were recorded on an FSM 2201/2202 FTIR spectrometer; morphology and elemental composition were examined with a SEM S-3400N scanning electron microscope; electrochemical measurements were made with an AUTOLAB PGSTAT 302N potentiostat/galvanostat (NOVA software). Auxiliary equipment included a laboratory centrifuge, an EMAG Emmi 20 Eco ultrasonic bath, analytical balance and a drying oven.

Measurements were performed in a three-electrode cell: a glassy carbon working electrode (GCE, 2 mm diameter), a saturated Ag/AgCl reference electrode (E = 0.222 V at 25 °C)

and a graphite auxiliary electrode. The supporting electrolyte was acetate buffer (pH 3.6–5.6). Acetate buffers were prepared by mixing 0.5 mol L^{-1} solutions of acetic acid and sodium acetate in 500 mL volumetric flasks in the volumes given in Table 3.

Table 3. Preparation of acetate buffer solutions (0.5 mol L^{-1} components, total volume 500 mL).

pH	3.6	4.0	4.6	5.0	5.6
CH_3COOH, mL	462.5	410	255	147.5	47.5
CH_3COONa, mL	37.5	90	245	352.5	452.5

3.2. Isolation of humic acid and synthesis of metal–humic complexes

Sodium humate (80 g) was dissolved in 0.1 mol L^{-1} HCl under stirring for 40 min and centrifuged for 30 min. The salts formed remained in solution, while the acid-insoluble organic matter, including HA in its acid form, was collected as a precipitate. The precipitate was redissolved by raising the pH to 12.5 with 0.1 mol L^{-1} NaOH; the solution was purged with nitrogen for 20 min to remove dissolved oxygen, covered with Parafilm and left for 24 h. After a second centrifugation (30 min), HA was precipitated from the clarified solution by acidification to pH 1.5 (6 mol L^{-1} HCl), purged with nitrogen for 20 min and left for another 24 h. The HA precipitate was dried at 130 °C to constant mass. The yield was 32.417 g from 80 g of sodium humate (≈40.5%).

For the Mn-HA complex, 100 mL of 0.1 mol L^{-1} $MnSO_4$ solution was added to an HA suspension, the mixture was stirred and the solid was separated by centrifugation. For the Mo-HA complex, 100 mL of 0.1 mol L^{-1} Na_2MoO_4 solution was added to the HA suspension and the pH was adjusted to 2.375 with HCl to precipitate Mo(VI) in the form of the complex; the precipitates were collected by filtration and centrifugation.

3.3. Electrode modification

Before modification, the GCE surface was polished with ultrafine Al_2O_3 powder on a polishing cloth, rinsed with bidistilled water and sonicated to remove abrasive particles. A suspension was prepared by mixing 1 µg of the metal–humic complex with 50 µL of Nafion and 50 µL of ethanol and sonicating it for 1 h. A 10 µL aliquot of the suspension was cast on the GCE surface with a micropipette and dried in air until the solvent had evaporated completely. Nafion acts as a cation-exchange membrane that fixes the particles on the electrode and remains permeable to H^+ ions and substrate molecules. The modified electrodes were stored at 4 °C. In what follows, the electrodes are denoted GCE (unmodified), GCE/HA, GCE/Mn-HA and GCE/Mo-HA.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1. FTIR and SEM characterization

The synthesized humic acid and metal–humic complexes were first identified by FTIR spectroscopy (Figure 1). The spectrum of HA shows the broad band of hydrogen-bonded –OH groups, a band near 1711 cm^{-1} (C=O of carboxylic groups and ketones), a band near 1620 cm^{-1} (C=O of quinones/conjugated ketones and aromatic C=C) and bands in the 1280–1030 cm^{-1} region (C–O of phenols and ethers), in agreement with the literature assignments given in Table 2.

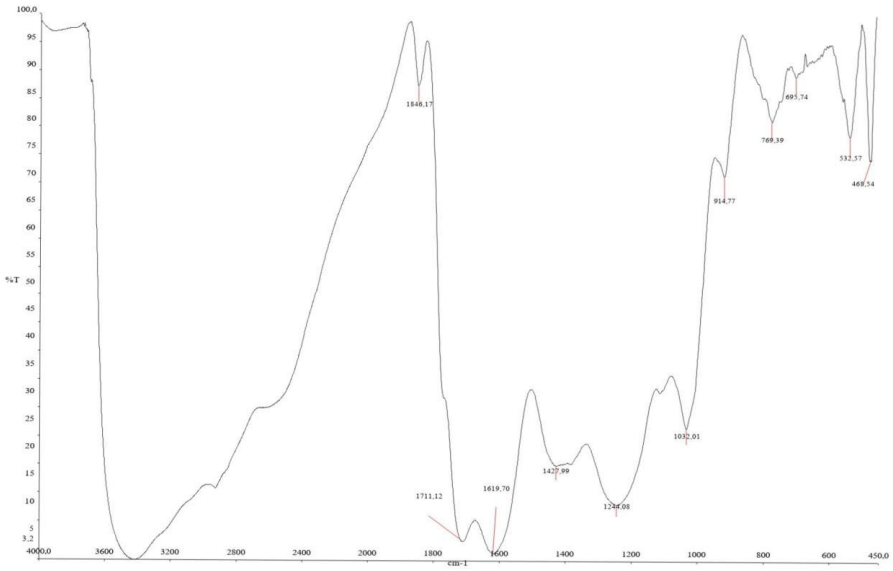


Figure 1. FTIR spectrum of the synthesized humic acid.

In the spectrum of Mn-HA, the carboxylate band at about 1615 cm^{-1} is shifted, which indicates that carboxylic groups participate in the coordination of Mn^{2+}. The band at 1238.95 cm^{-1} assigned to the phenolic component is not observed in the Mn-HA spectrum, which indirectly suggests that phenolic groups are also involved in complexation, and a new band appears near 1384 cm^{-1}, attributed to aromatic C–O vibrations. It should be noted that the absence of a band and the appearance of a new band in this region may also have other origins (e.g. residual sulfate or acetate), so the assignment should be regarded as indicative and should be confirmed by complementary methods.

The morphology of the materials was examined by SEM (Figure 2). The particles are irregular, with a rough, layered surface in some samples and smoother, faceted surfaces in others, i.e. the morphology changes upon complex formation, which is consistent with modification of the humic matrix by the metal ions.

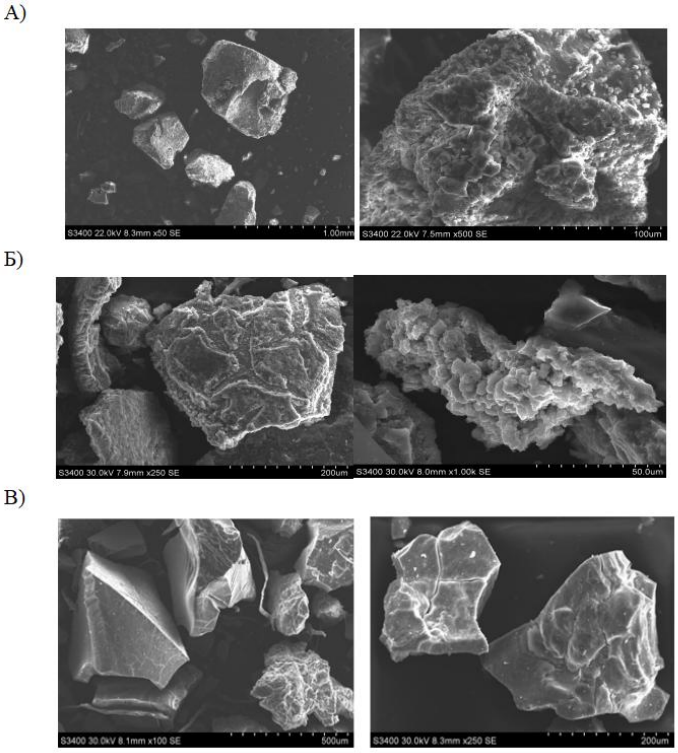


Figure 2. SEM images of the synthesized materials (A–C) at different magnifications (scale bars are given in the images).

4.2. Electrochemical behaviour of the GCE/Mo-HA electrode

The CV curves of the GCE/Mo-HA electrode in acetate buffer at pH 3.6, 4.0, 4.6, 5.0 and 5.6 are shown in Figure 3. The highest reduction current was observed at pH 5.6 (curve 5), which was therefore chosen as the working pH. Reduction peaks at about −0.65 V and −0.9 V (vs. Ag/AgCl) can be tentatively assigned to the reduction of molybdate ions or of oxide forms of molybdenum generated during potential cycling in the −0.65 to −1.2 V region. No peaks were found in the anodic region, i.e. under these conditions the reduction of molybdenum is irreversible.

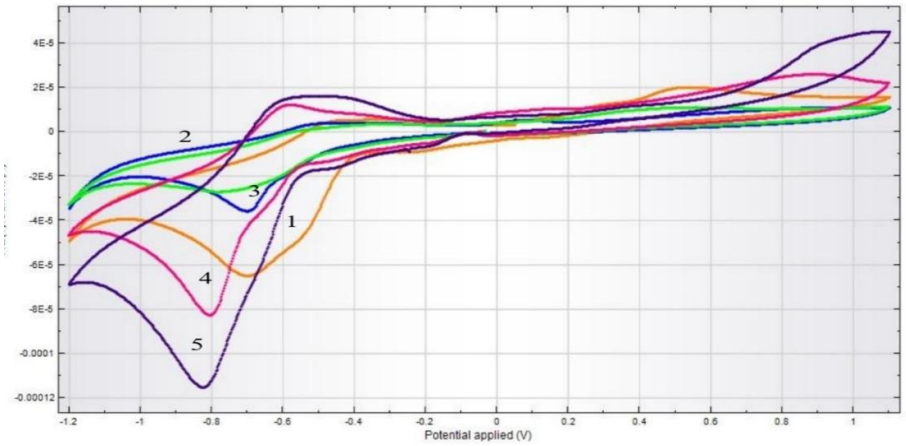


Figure 3. CV curves of the GCE/Mo-HA electrode in acetate buffer at pH 3.6 (1), 4.0 (2), 4.6 (3), 5.0 (4) and 5.6 (5).

Figure 4 compares the CV curves of unmodified GCE, GCE/HA and GCE/Mo-HA at pH 5.6 and a scan rate of 50 mV s^{-1}. The unmodified electrode and the HA-modified electrode show only a minimal response, whereas the Mo-HA electrode exhibits a much more intense reduction peak at about −0.8 V. This confirms that it is the molybdenum–humic complex, and not the HA matrix or the bare carbon surface, that is responsible for the electrochemical activity.

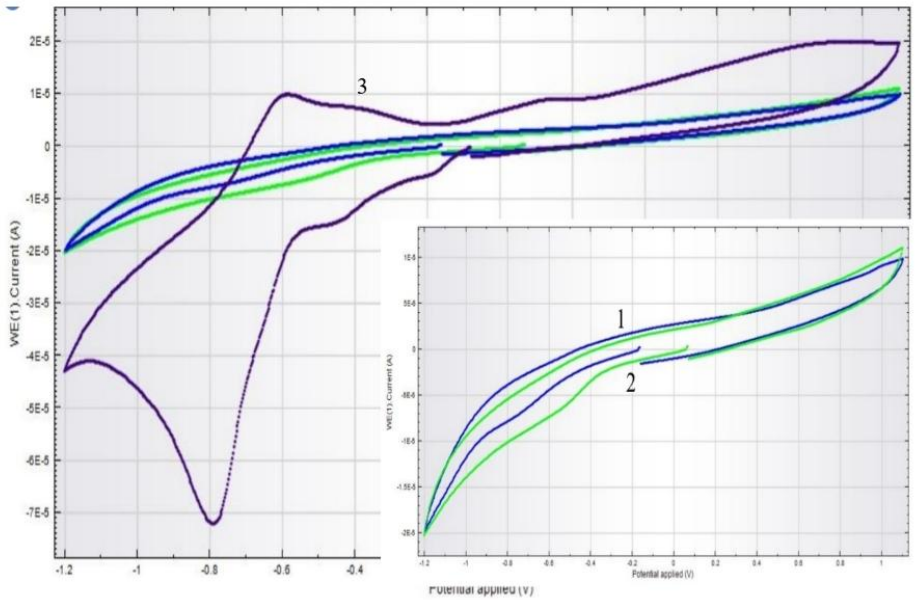


Figure 4. CV curves of unmodified GCE (1, 2) and GCE/Mo-HA (3) at pH 5.6, scan rate 50 mV s^{-1} (the inset shows the curves of GCE and GCE/HA on an enlarged current scale).

The effect of the scan rate (0.01, 0.025, 0.05, 0.1 and 0.25 V s^{-1}) is shown in Figure 5. The reduction current grows as the scan rate increases. The authors interpret this as characteristic of a diffusion-controlled process, in which diffusion of the substrate to the electrode surface limits the rate; however, we note that a rigorous diagnosis requires plots of peak current versus the

square root of the scan rate and of log Ip versus log v, which should be presented in a follow-up study.

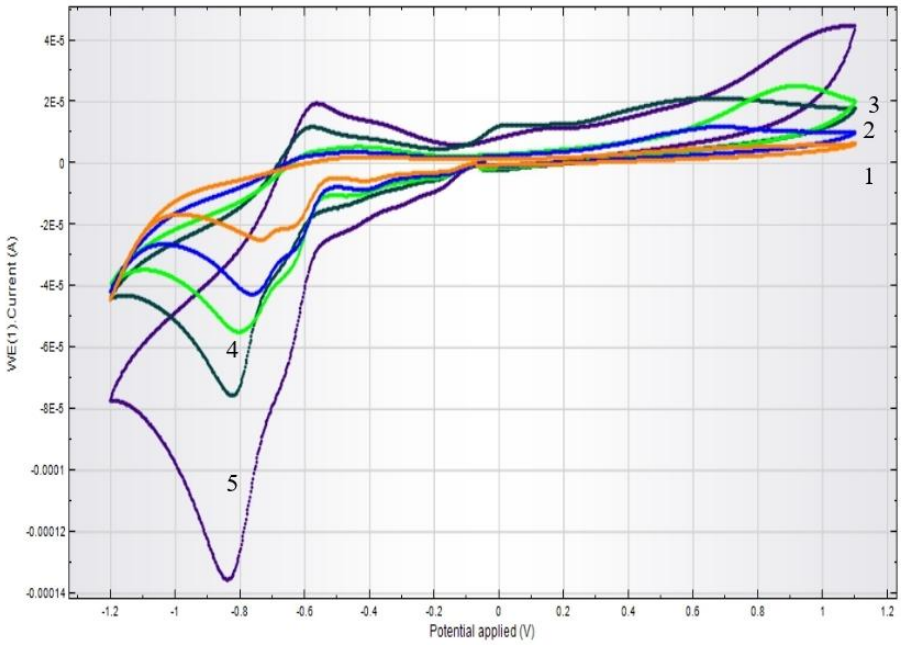


Figure 5. CV curves of the GCE/Mo-HA electrode at scan rates of 0.01, 0.025, 0.05, 0.1 and 0.25 V s^{-1} (pH 5.6).

In the presence of H_2O_2 the GCE/Mo-HA electrode gave a considerably higher reduction current than unmodified GCE and GCE/HA, which demonstrates the electrocatalytic activity of the complex towards H_2O_2 reduction. Increasing the H_2O_2 concentration in the range 2.5×10^{-8}–2.0×10^{-7} mol L^{-1} led to a linear increase in the reduction current (Figure 6), which permits quantitative determination. The lowest detectable concentration was 2.5×10^{-8} mol L^{-1}.

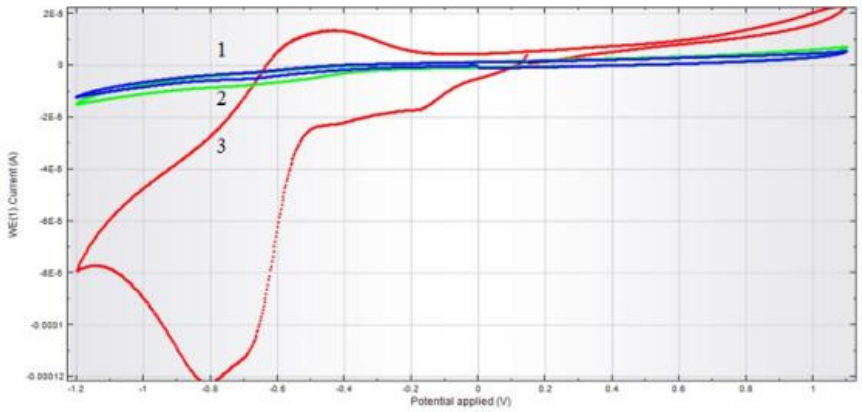


Figure 6. CV curves of the GCE (1), GCE/HA (2) and GCE/Mo-HA (3) electrodes in the presence of H_2O_2 (pH 5.6).

4.3. Electrochemical behaviour of the GCE/Mn-HA electrode

Similar experiments were performed for the Mn-HA electrode. The CV curves at different pH values are shown in Figure 7. As for Mo-HA, pH 5.6 (curve 5) was optimal: the oxidation peak is shifted to lower potentials and the current is maximal, whereas at pH 5.0 (curve 4) the oxidation potential is higher.

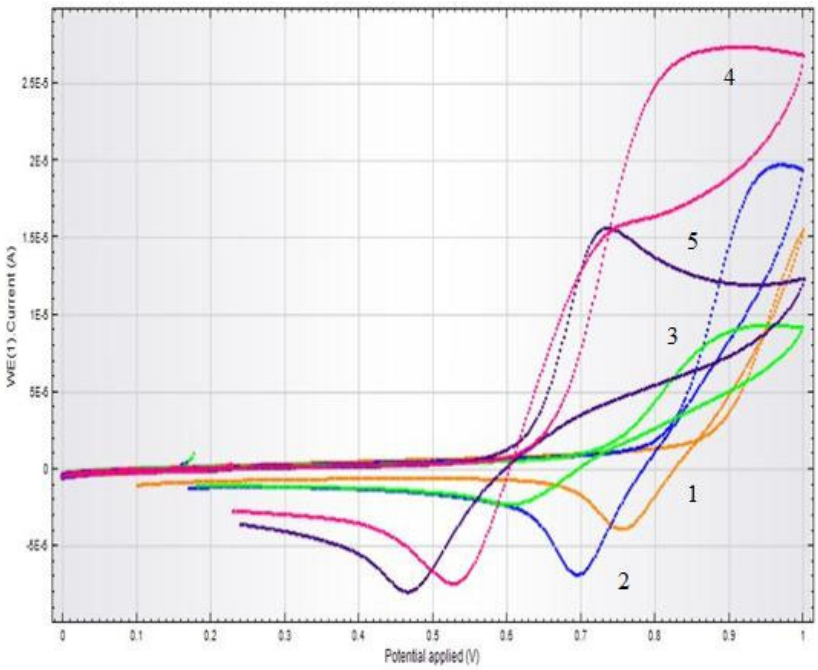


Figure 7. CV curves of the GCE/Mn-HA electrode in acetate buffer at pH 3.6 (1), 4.0 (2), 4.6 (3), 5.0 (4) and 5.6 (5).

Figure 8 shows the CV curves of GCE, GCE/HA and GCE/Mn-HA at pH 5.6. Practically no redox processes are observed for the unmodified and HA-modified electrodes, whereas the Mn-HA electrode shows a well-defined anodic peak near 0.77 V and a cathodic peak near 0.46 V. These peaks are attributed to the Mn(II)/Mn(III) redox transition of manganese bound in the humic matrix; the peak separation (about 0.3 V) indicates a quasi-reversible process. The current at the Mn-HA electrode is much higher than at the other electrodes.

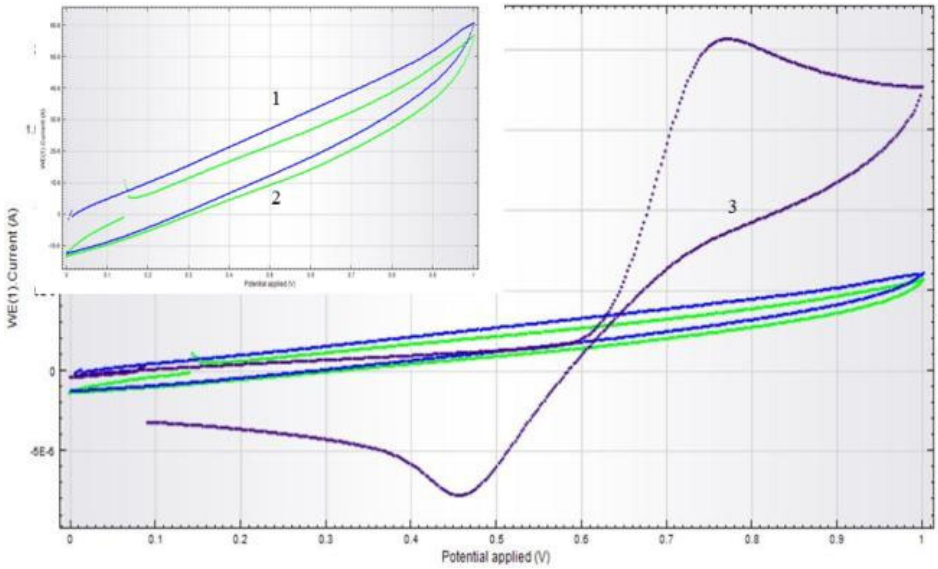


Figure 8. CV curves of GCE (1), GCE/HA (2) and GCE/Mn-HA (3) at pH 5.6 (the inset shows curves 1 and 2 on an enlarged current scale).

The CV curves of the Mn-HA electrode at scan rates of 0.01–0.25 V s^{-1} are given in Figure 9. The anodic peak current increases with the scan rate, which, as for the Mo-HA system, is consistent with diffusion control, subject to the same reservation regarding a quantitative diagnosis.

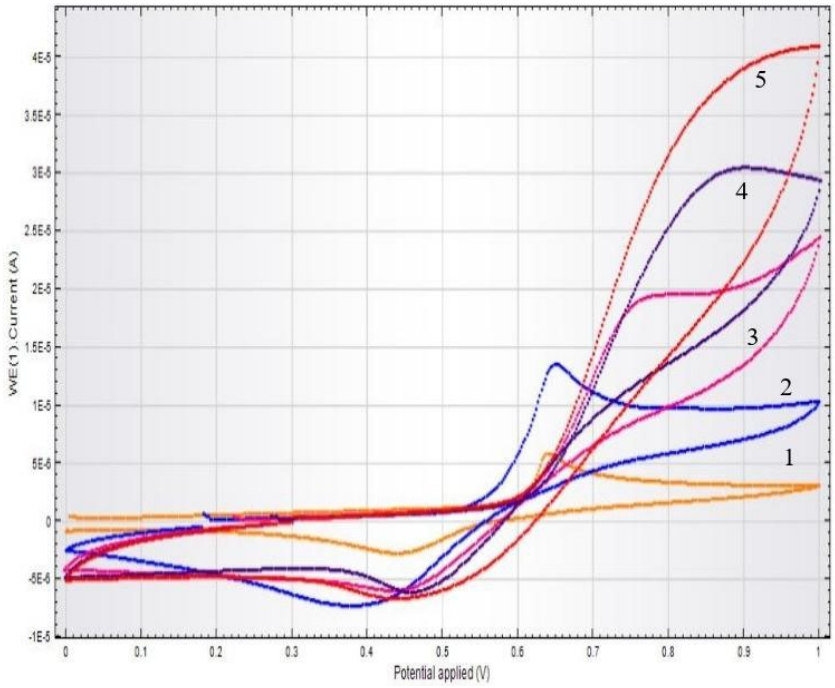


Figure 9. CV curves of the GCE/Mn-HA electrode at scan rates of 0.01 (1), 0.025 (2), 0.05 (3), 0.1 (4) and 0.25 V s^{-1} (5).

In the presence of H_2O_2 (Figure 10) the Mn-HA electrode showed much higher sensitivity than GCE and GCE/HA, for which the response was minimal; the maximum current of the Mn-HA electrode reached 4.0×10^{-5} A. Over the H_2O_2 concentration range 1.3×10^{-8}–2.0×10^{-7} mol L^{-1} the current changed linearly with concentration, confirming the possibility of quantitative determination. The lowest detectable concentration was 1.3×10^{-8} mol L^{-1}.

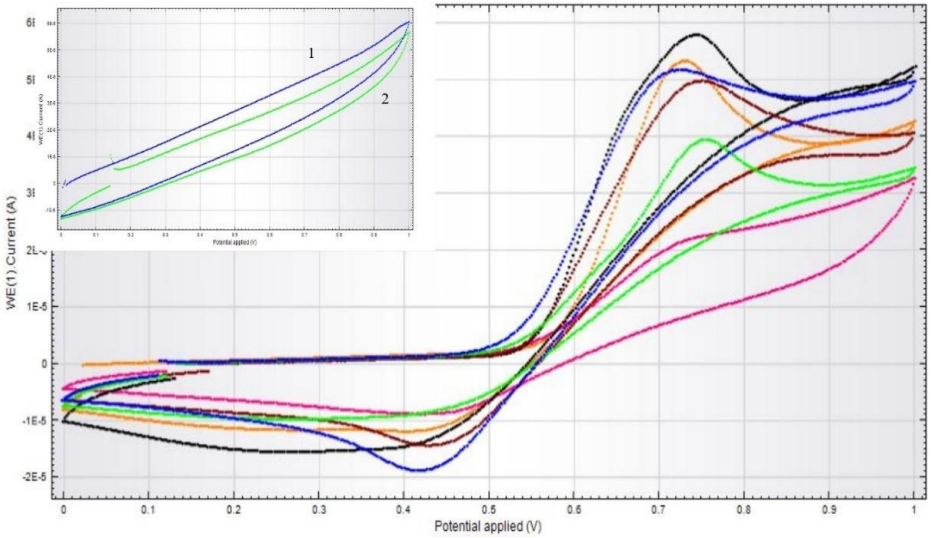


Figure 10. CV curves of the GCE/Mn-HA electrode in the presence of H_2O_2 at different concentrations (pH 5.6); the inset compares GCE (1) and GCE/HA (2).

4.4. Comparison of the sensors

The main characteristics of the two sensors are compared in Table 4. Both electrodes operate optimally at pH 5.6 and respond to H_2O_2 at the 10^{-8} mol L^{-1} level. The Mn-HA electrode has a somewhat lower detectable concentration (1.3×10^{-8} vs. 2.5×10^{-8} mol L^{-1}) and a slightly higher maximum current. The detectable concentrations are comparable with those of the most sensitive instrumental methods in Table 1 (spectrophotometric, 1×10^{-8} mol L^{-1}), but they are inferior to chemiluminescence (4.7×10^{-9} mol L^{-1}). Note that the values reported here are the lowest concentrations at which a response was recorded; a formal detection limit (3σ/S from replicate blank measurements and a calibration curve) and an assessment of selectivity,

reproducibility and long-term stability are required before the sensors can be compared rigorously with literature analogues or applied to real samples.

Table 4. Comparison of the characteristics of the Mo-HA and Mn-HA electrodes (vs. Ag/AgCl, pH 5.6).

Parameter	Mo-HA electrode	Mn-HA electrode
Optimal pH	5.6	5.6
Characteristic potential of the response	≈ −0.8 V (reduction)	≈ 0.75 V (anodic peak region)
Maximum current at 2.0×10^{-7} mol L^{-1} H_2O_2	$\approx3.5\times10^{-5}$ A	4.0×10^{-5} A
Lowest detectable H_2O_2 concentration	2.5×10^{-8} mol L^{-1}	1.3×10^{-8} mol L^{-1}
Nature of the process	Diffusion control	Diffusion control
Redox behaviour of the metal centre	Irreversible reduction of Mo(VI)	Quasi-reversible Mn(II)/Mn(III)

5. CONCLUSIONS

1. Humic acid was isolated from sodium humate by acid precipitation (yield 32.417 g from 80 g of raw material); its FTIR spectrum is consistent with literature data for humic acids.

2. Mn– and Mo–humic complexes were obtained; FTIR data (shifts of carboxylate bands, changes in the phenolic region, new bands) and SEM images indicate complex formation and a change in morphology.

3. For both modified glassy carbon electrodes, pH 5.6 in acetate buffer was found to be optimal. The unmodified GCE and GCE/HA gave practically no response, so the electrochemical activity is due to the metal–humic complexes.

4. The increase of current with scan rate is consistent with diffusion control of the electrode processes; a quantitative analysis is required for confirmation.

5. The GCE/Mn-HA and GCE/Mo-HA electrodes responded to H_2O_2 in the 10^{-8}–10^{-7} mol L^{-1} range, with lowest detectable concentrations of 1.3×10^{-8} and 2.5×10^{-8} mol L^{-1}, respectively. Metal–humic complexes based on inexpensive natural raw material are therefore promising modifiers for enzyme-free electrochemical H_2O_2 sensors. Future work should include determination of formal detection limits, selectivity towards common interferents, reproducibility and stability, and tests with real samples.

REFERENCES

1. Wang Y. et al. Determination of hydrogen peroxide in rainwater // Electroanalysis. 1998. Vol. 10. P. 776–778.

2. García-Alonso F.J. et al. Changes in antioxidant compounds during shelf life of tomato juices // J. Agric. Food Chem. 2009. Vol. 57. P. 6815–6822.

3. Yorek M.A. The role of oxidative stress in diabetic vascular and neural disease // Free Radical Research. 2003. Vol. 37. P. 471–480.

4. Bolshakov I.A. Microsensors based on Prussian blue for the determination of hydrogen peroxide: PhD thesis (Chemistry). Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2010. 131 p. (in Russian).

5. Popov A.I. Humic Substances: Properties, Structure, Formation. St. Petersburg: St. Petersburg State University, 2004. 248 p. (in Russian).

6. Perminova I.V. Analysis, classification and prediction of properties of humic acids: Dr. Sci. thesis (Chemistry). Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2000. 359 p. (in Russian).

7. Tipping E. Cation Binding by Humic Substances. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 434 p.

8. Presnova G.V. et al. Electrochemical biosensors based on horseradish peroxidase // Russ. Chem. J. 2008. Vol. 52, No. 2. P. 60–65 (in Russian).

9. Yang G. et al. Electrocatalytic oxidation of hydrogen peroxide based on nano-CuO-modified electrode // Int. J. Electrochem. 2012. Vol. 2012.

10. Halim M. et al. Potential availability of heavy metals to phytoextraction from contaminated soils induced by exogenous humic substances // Chemosphere. 2003. Vol. 52. P. 265–275.

11. Nikolaev K.G. Improving the stability of voltammetric sensors for the determination of glucose and hydrogen peroxide: PhD thesis (Chemistry). St. Petersburg: St. Petersburg State University, 2017. 139 p. (in Russian).

12. Marle L., Greenway G.M. Determination of H_2O_2 in rainwater in a miniaturised analytical system // Anal. Chim. Acta. 2005. Vol. 548. P. 20–25.

Political Studies

ТОПОНИМИЧЕСКАЯ КОРРЕКТНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ РУССКОМ ДИСКУРСЕ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ТОЛЕРАНТНОСТИ И УВАЖЕНИЯ К НАЦИОНАЛЬНОМУ САМООПРЕДЕЛЕНИЮ

Керей Әйгерім Қайратқызы
Студентка 3-го курса, Политические массовые коммуникации, университет Нархоз, г. Алматы, Казахстан
Андиржанова Гулнар Абылхаировна
Доктор политических наук, профессор, университет Нархоз, г. Алматы, Казахстан

Аннотация:

Данная статья посвящена проблеме топонимической корректности в современном русском дискурсе как маркеру признания суверенитета и национальной субъектности независимых государств. Рассматривается функционирование топонимов на стыке лингвистики, социологии и политологии. Особое внимание уделяется конкуренции имперско-центричной и полицентричной картин мира, отражающейся в выборе грамматических конструкций и вариантов названий.

На основе междисциплинарного анализа, на лингвистическом, историческом и политологическом уровне, и данных социолингвистического опроса (88 респондентов, преимущественно молодежь Казахстана) показано, что топонимический выбор все чаще воспринимается как индикатор готовности признавать право другого государства на самоопределение. Молодежь в большей степени ориентируется на самоназвания и корректные конструкции, тогда как старшее поколение чаще сохраняет традиционные нормы.

Делается вывод, что топонимическая корректность в условиях поликультурного пространства выступает важным проявлением толерантности и прагматической гибкости, способствующим равноправному межкультурному диалогу и снижению конфликтного потенциала дискурса.

Введение

На протяжении нескольких десятков лет на стыке лингвистики, социологии и политологии сохраняет актуальность проблема номинации и функционирования имен собственных. В научном дискурсе имя, будь то антропоним, то есть имя человека, или топоним - географическое название, выступает не просто лексической единицей, а выполняет функцию базовой идентификации. Оценка социального феномена имени собственного представляет собой непростую задачу, ведь данная языковая условность аккумулирует исторический опыт, формирует идентичность и определяет границы субъектности.

Критически важным маркером признания автономии в контексте социальных и межкультурных взаимоотношений, является уважительное отношение к аутентичному звучанию и написанию имен собственных. Исторический и постколониальный анализ показывает, что намеренное искажение имен, их принудительная ассимиляция или, напротив, топонимическая реституция систематически использовались как инструменты символического доминирования, направленные на вытеснение культуры и нивелирование статуса объекта или субъекта.

Следовательно, право на собственное имя и строгое требование его корректного использования выходят далеко за рамки лингвистического этикета. Защита и сохранение аутентичного названия становятся актом политической и социальной легитимации на уровне суверенных наций.

Основываясь на данном контексте, особую остроту приобретает вопрос топонимической корректности. Если антропонимы в первую очередь связаны с индивидуальной идентичности, то топонимы формируют коллективное пространство и фиксируют статус территории. В наше время выбор между «в Украине» и «на Украине», «Беларусь» и «Белоруссия», «страны Балтии» и «Прибалтика» уже перестает быть исключительно грамматическим или стилистическим предпочтением. Обусловленность данного выбора превращается в индикатор готовности или неготовности признавать суверенитет и самоопределение соседних народов.

Целью данного исследования является выявление и описание политических, социальных и этических факторов, определяющих выбор топонимов в современном русскоязычном дискурсе на примере коммуникативных практик молодежи Казахстана. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: проанализировать историко-политический контекст изменения топонимических норм на постсоветском пространстве, выявить отношение респондентов к политической значимости географических названий и оценить их уровень коммуникативной толерантности. В основу исследования легла гипотеза о том, что в условиях поликультурного общества выбор топонима и предложной конструкции перестает быть исключительно вопросом строгой языковой нормы, переходя в разряд маркеров политического уважения, при этом молодое поколение демонстрирует более высокую готовность к речевой адаптации. Научная новизна работы заключается в эмпирическом анализе топонимических предпочтений именно русскоязычной молодежи Казахстана - страны с уникальным опытом билингвизма и собственной историей топонимической реституции, что позволяет расширить понимание социального функционирования русского языка за пределами России.

Основная часть

Топонимы занимают важное место в ономастиконе любого языка. Они являются не просто обозначениями географических объектов, а элементами семиологической системы, выражающей национальное мировоззрение. Как отмечает Покровская М. Е., любой ономастикон представляет собой систему понятий, лежащих в основе картины мира того или иного народа. Такие понятия как семантика, структура и грамматическая парадигма топонимов неизбежно взаимосвязаны с любыми изменениями в геополитической реальности [1, 39-40].

На рубеже XX-XXI веков, по причине геополитических сдвигов, подверглась заметной трансформации не только топонимическая лексика (появление новых названий и изменение старых), но и её грамматическое поведение. Обсуждая русский дискурс, хочется отметить особенно заметные колебания в предложном управлении и орфографии русского языка. Эти колебания не случайны: они отражают активную конкуренцию двух картин мира - имперско-центричной, в которой восприятие соседних территорий и стран идет через призму

«окраины» или «периферии», и одновременно с этим полицентричной, признающей равноправную субъектность независимых государств.

Функционируя в разных языках, топонимы могут отличаться по смысловому наполнению. То, что в одном языке воспринимается как нейтральное географическое обозначение, в другом несёт сопутствующее значение зависимости, переходности и незавершенности или ностальгии по прежнему государственному устройству. Именно поэтому анализ топонимических трансформаций требует междисциплинарного подхода, соединяющего лингвистику, историю, политологию и культурологию.

Одним из наиболее ярких примеров политизации топонимической нормы является выбор предлога при названии Украины. Согласно традиционным правилам русского языка, предлог «в» используется с названиями государств и административных единиц с четкими границами, например: «в Россию», «в США», «в Алматинской области». Предлог «на» предназначен для названий неопределенных территорий, островов, горных массивов («на Кавказе», «на Кубе», «на Волге»).

С момента провозглашения независимости Украины логически следующим событие является переход к конструкции «в Украине». Однако языковая традиция оказалась чрезвычайно устойчивой. Как отмечает М. Королёва: «Но у себя дома, в своем языке я вправе действовать по своим законам, в соответствии со своей языковой нормой. А она прежняя: на Украину, на Украине, с Украины. И нет в этом политики!»[2].

Вместе с тем, обстоятельства речевой коммуникации требуют учёта позиции собеседника. Если определенная конструкция воспринимается как оскорбительная или отрицающая субъектность, этика общения предполагает избегать подобные конструкции и формулировки. Более того, исторические данные показывают, что конструкция с предлогом «в» фигурировали уже в классической литературе у Пушкина в «Полтаве», у Толстого в «Войне и мире» и также в советских документах 1920-1930-х годов. В принципе в XVIII-XIX веках в русском языке формы («в Украине» / «На Украине») спокойно сосуществовали. Классики использовали оба варианта в зависимости от контекста, рифмы и ритма стиха. Статистически «на» преобладало в период усиления централизации, когда представление о самостоятельности Украины ослабевало.

После распада СССР году украинская сторона последовательно настаивала на вариант «в Украине», «в Украину», «из Украины» стремясь разорвать этимологическую связь с конструкцией «на окраине». Использование предлога «в» стало грамматическим подтверждением статуса суверенного государства.

К 2020-м годам поляризация усилилась. Выбор предлога превратился в политический индикатором. Конструкция «на Украине» в определенных коммуникативных кругах стала восприниматься как признание Украины не независимым государством, а лишь территорией. В этом контексте топонимическая корректность перестает быть вопросом чистой нормы и становится вопросом уважения к национальному самоопределению.

Более показательным случаем является наименование Литвы, Латвии и Эстонии. Термин «Прибалтика» сохраняет в современном российском дискурсе сильные коннотации советского и имперского прошлого. По мнению ряда исследователей (например, литовского философа Г. Мажейкиса), этот термин теряет политическую актуальность, потому что страны Балтии исключительно относят себя и само определяют как страны Балтии. Тем самым люди, которые используют слово «прибалтийские» связывают его с неопределенным ощущением советскости, которое, по их мнению, сейчас присутствует. А данное ощущение присутствует как некий симулякр, поэтому люди по большей части строят свое отношение не по отношению к самим Балтийским странам, а по отношению к воображаемому симулякру, связанному с термином «Прибалтика» [3].

Историческое название «Прибалтийский край» возникло ещё во времена Российской империи в связи с остзейскими губерниями (приблизительно современные Латвия и Эстония). Литва в этот строй не входила. В межвоенный период сами страны начали обозначать себя «страны Балтии» как единое целое, однако в советское время вернулась «Прибалтика», иногда включавшая и Калининградскую область.

В постсоветском пространстве «Прибалтика» в российском употреблении часто обозначает ностальгию и имперский взгляд, при котором восприятие стран искажено. Г. Мажейкис говорил в одном своем интервью, что носители советского сознания могут сохранять понятия транзитного состояния стран Балтии как временный период и в конечном итоге они вернутся в прежний строй. «Именно прибалтийское дитя, а не балтийские отчужденные страны.» [4].

П. Лавринец справедливо указывает, что «Прибалтика» несет в себе москвоцентричную ориентацию и империалистический взгляд, лишенный политической субъектности. Использование данного термина обращает нас назад, в прошлое. Тем самым, топонимическая корректность в данном случае означает отказ от симулякра в пользу признания существующих государств.

Подобные примеры можно привести в отношении других государств: «Молдова» вместо «Молдавия». В русском языке традиционно закрепилось название «Молдавия», которое восходит к средневековому Молдавскому княжеству и активно использовалось в Российской империи, а затем в советский период (Молдавская ССР). Для большинства носителей русского языка это привычная и нейтральная форма.

Однако после провозглашения независимости в 1991 году страна официально утвердила название Республика Молдова (Republica Moldova), которое соответствует самоназванию на государственном языке. Именно эта форма используется в ООН, дипломатических документах и международной практике. Выбор «Молдова» для самой страны является важным элементом дистанцирования от советского наследия и утверждения собственной политической субъектности [5].

Как и в случаях с Украиной и странами Балтии, использование традиционного русского варианта само по себе не является ошибкой с точки зрения внутренних языковых норм. Однако в межкультурном и официальном общении предпочтение самоназвания «Молдова» воспринимается как знак уважения к праву государства самостоятельно определять своё имя.

Отдельного внимания заслуживает случай Алматы. Исконная форма топонима - казахское Алматы (от алма - «яблоко» и аффикса -ты, обозначающего место изобилия), указывало на характерную особенность местности. В 1921 году при переименовании города Верного это название было искусственно преобразовано в Алма-Ата. Однако из-за разделения топонима на две части русскоязычная форма стала ошибочно обозначать «Отец яблок». Таким образом, русифицированная конструкция не только изменила фонетический облик, но и фактически исказила исходную семантику [6, 145].

После обретения Казахстаном независимости Конституция 1993 года официально закрепила возвращение исторической формы Алматы как на казахском, так и на русском языке. Тем не менее в 1995 году Администрация Президента Российской Федерации распоряжением №1945 предписала в официальных документах, служебной переписке и переговорах продолжать использовать наименование Алма-Ата. Таким образом, даже после юридического восстановления самоназвания соседнее государство сохраняло в своем нормативном пространстве искаженную версию топонима. Этот случай наглядно демонстрирует, насколько устойчивыми могут оставаться практики номинации, сформированные в период асимметричных языковых отношений.

Опыт Казахстана существенно обогащает изучение проблемы топонимической корректности. В республике процесс топонимической реституции - возвращение исторических названий регионам и городам (например, Семей, Улытау, Жетысу) - происходит в условиях сложившегося государственного билингвизма. В связи с этим для казахстанцев, и в особенности для молодого поколения, уважение к аутентичному звучанию и праву на самоназвание выступает не просто абстрактной дипломатической формальностью, а естественной частью повседневного межкультурного консенсуса. Подобный уникальный социальный контекст делает казахстанскую аудиторию особенно показательной для исследования того, как языковая гибкость и отказ от имперско-центричной картины мира коррелируют с общим уровнем политической толерантности.

Эмпирическое исследование

Для эмпирической проверки того, насколько проблема топонимической корректности актуальна для современных носителей языка, в рамках исследования был проведен социолингвистический опрос. В нем приняли участие 88 респондентов. Выборка имеет определенные ограничения, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов: абсолютное большинство опрошенных (97,7%) проживают в Казахстане, а возрастное распределение существенно смещено в сторону молодежи (77,3% респондентов относятся к возрастной группе 18-24 лет, ещё 8% - до 18 лет). Доля участников старше 35 лет составила 12,5%. Кроме того, среда формирования респондентов является билингвальной (56,8% назвали родным языком казахский, 25% - русский, 13,6% - оба языка). Таким образом, полученные данные в первую очередь репрезентируют языковые установки казахстанской молодежи и не могут быть распространяться на все русскоязычное пространство без дополнительных оговорок, однако они наглядно демонстрируют тенденции трансформации нормы в поликультурном постсоветском обществе.

Результаты опроса показывают заметную вариативность в топонимических предпочтениях (см. Таблицу 1).

Топоним/Конструкция	Вариант ответа	Доля ответов (%)
Украина	«в Украине» / «в Украину»	46,6%
	Зависит от ситуации и контекста	27,3%
	«на Украине» / «на Украину»	15,9%
	Не задумываюсь над этим	10,2%
Литва, Латвия, Эстония	«Прибалтика»	30,7%
	«страны Балтии»	29,5%
	Затрудняюсь ответить / Оба варианта	39,8%
Беларусь	«Беларусь»	73,9%
	«Белоруссия»	10,2%
	Оба варианта / Не придаю значения	15,9%

Таблица 1. Предпочтения респондентов в выборе топонимов и предложных конструкций (N=88)

Данные иллюстрируют, что среди опрошенных вариантов «в Украине» (46,6%) используется существенно чаще традиционной нормы «на Украине» (15,9%), что свидетельствует об успешной интеграции новой формы в узус молодого поколения. В отношении стран Балтии мнения разделились практически поровну: термины «страны Балтии» (29,5%) и «Прибалтика» (30,7%) получили сопоставимое число голосов. Это подтверждает частичное сохранение советского топонимического наследия, хотя значительная часть респондентов уже перешла на политкорректную номинацию. Наиболее однозначная картина наблюдается в отношении Беларуси: подавляющее большинство (73,9%) использует официальное самоназвание «Беларусь», тогда как имперско-советская форма «Белоруссия» остается в активном словаре лишь у 10,2% опрошенных.

Особый интерес представляет оценка респондентами идеологической значимости топонимического выбора (см. Таблицу 2).

Утверждение / Вопрос	Варианты ответа	Доля ответов (%)
Связь выбора топонима с признанием независимости страны (оценка от 1 до 5 баллов)	Высокая степень (4–5 баллов)	43,7%
	Средняя степень (3 балла)	29,9%
	Низкая степень (1-2 балла)	26,4%
Приоритет самоназвания над языковой нормой	Поддерживаю (полностью или скорее)	63,6%
	Отношусь нейтрально	33,0%
	Не поддерживаю	3,4%
Реакция на просьбу иностранного собеседника использовать определённый вариант	Стараюсь учесть просьбу	77,3%
	Могу учесть / Зависит от случая	17,0%
	Продолжаю использовать привычный вариант	5,7%

Таблица 2. Отношение респондентов к политической и этнической значимости топонимов (N=88).

Анализ ответов показывает, что 43,7% респондентов связывают выбор топонима с отношением к суверенитету государства, а 63,6% признают приоритет самоназвания над устоявшимися языковыми нормами. Высокий уровень коммуникативной толерантности подтверждается тем, что 77,3% готовы адаптировать свою речь по прямой просьбе иностранного собеседника. При этом 27,3% уже сталкивались с негативной реакцией на привычные географические названия, что наглядно подчеркивает конфликтогенный потенциал проблемы.

Таким образом, с учетом ограничений выборки, можно заключить, что в русскоязычной среде Казахстана (преимущественно среди молодежи) топонимическая корректность все чаще выступает не нарушением языковых правил, а маркером

политического уважения и межкультурной эмпатии. Хотя у старшего поколения и в неформальном общении отчасти сохраняется инерция традиционных норм, готовность в речевой адаптации становится доминирующей прагматической стратегией.

Заключение

Современный русский дискурс демонстрирует нарастающую чувствительность к топонимическим выборам. После 2022 года в ряде независимых и зарубежных русскоязычных СМИ конструкции «на Украине», «Прибалтика», «Белоруссия» стали восприниматься как моветон [6].

Важно подчеркнуть, что топонимическая корректность не означает механического отказа от традиционных норм. Язык обладает высокой инерцией, и резкие вмешательства редко бывают успешными. Речь идет о сознательном, прагматически обоснованном выборе в ситуациях межкультурного общения. Когда адресат воспринимает определенную форму как отрицание его субъектности, этика коммуникации требует учета этой чувствительности.

Толерантность в данном контексте является готовность признавать право другого на самоопределение, в том числе языковое. Уважение к национальному самоопределению проявляется в готовности использовать самоназвания и грамматические конструкции, которые соответствуют статусу независимого государства, а не имперской или советской модели восприятия пространства.

Анализ теоретических источников и данных эмпирического опроса показывает, что топонимическая корректность является важным проявлением толерантности и уважения к национальному самоопределению. Она требует от носителя языка не только знания традиционных правил, но и прагматической гибкости, готовности учитывать экстралингвистический контекст и позицию собеседника. В условиях поликультурного пространства фактором успешной коммуникации и снижения конфликтного потенциала дискурса является такая гибкость.

Список литературы

1. Покровская М.Е. — Трансформации топонимов в ономастиконах английского и русского языков: грамматика, структура, семантика // Litera. - 2020. - № 1. DOI: 10.25136/2409-8698.2020.1.32065 URL: https://nbpublsh.comlbrary_read_article.php?id=32065
2. Марина Королева. (2017, March). *Марина королева: На украину или в украину*. Российская газета. https://rg.ru/2017/03/01/marina-koroleva-na-ukrainu-ili-v-ukrainu.html
3. Константин Амелюшкин. (2016, June 12). *Гинтаутас мажейкис: Термин "прибалтика" уже ни на что не указывает*. Ведущий новостной портал в Литве на русском языке. Delfi RU. https://www.delfi.lt/ru/v-fokuse/novosti/gintautas-mazheykis-termin-pribaltika-uzhe-ni-na-chto-ne-ukazyvaet-71192462
4. Новая газета. Балтия. (2022, August 29). *«Прибалтика», «на украине» и «белоруссия»: Теперь это моветон*. Новая газета. Балтия. https://novayagazeta.ee/articles/2022/08/29/pribaltika-na-ukraine-i-belorussiia-teper-eto-moveton
5. Молдова или Молдавия: как правильно и в чем разница // Emigrare.md. — URL: https://emigrare.md/moldova-ili-moldaviya/ (дата обращения: …).
6. Al-Farabi Kazakh National University, Madieva, G. B., Volgograd State Social Pedagogical University, Suprun, V. I., Al-Farabi Kazakh National University, & Boribaeva, G. A. (2019). The scientific, folk, and armchair etymology of city names (based on the names of the cities in the Republic of Kazakhstan). *Вопросы Ономастики*, *16*(3), 140–161. https://doi.org/10.15826/vopr_onom.2019.16.3.036

Reorganization of the System of Supreme State Authority in the Republic of Kazakhstan: The Constitutional and Legal Status of the Kurultai and the Office of Vice President

V.Luzanov
Senior Lecturer, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Republic of Kazakhstan, Astana
D.Magauyanov
Assistant Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Republic of Kazakhstan, Astana
N.Kabdii
Senior Lecturer, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Republic of Kazakhstan, Astana
A.Kenzhebulatova
Senior Lecturer, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Republic of Kazakhstan, Astana

Abstract. This article examines the reorganization of Kazakhstan's supreme state authorities following the adoption of a new Constitution in the referendum of 15 March 2026. Through formal legal and institutional analysis, it considers the status of the unicameral Kurultai, its legislative, appointment and oversight powers, and the appointment and remit of the Vice President. Particular attention is given to the relationship between the Kurultai's consent to the appointment of the Vice President and the constitutional mechanism for presidential succession. The new arrangement combines a more direct legislative process with additional points of coordination between the President and the representative body. At the same time, the effectiveness of parliamentary oversight depends on the actual practice of party factions, committees and deliberative procedures. The article concludes that the reform should be assessed in terms of public accountability, continuity of presidential authority and the Kurultai's institutional autonomy.

Keywords: constitutional reform; Republic of Kazakhstan; Kurultai; Vice President; separation of powers; legislative authority; parliamentary oversight; presidential succession.

Introduction

The constitutional reform of 2026 changed both the organization of legislative authority and the arrangements for continuity of the presidency in the Republic of Kazakhstan. The new Constitution was adopted in a national referendum on 15 March 2026 and entered into force on 1 July 2026. On that date, the Parliament established under the 1995 Constitution ceased to exercise its powers; elections for the Kurultai's 145 seats took place in August, initiating the formation of the new supreme representative body [1, Arts. 94–95; 7]. The change goes beyond the name or number of chambers: it also alters the procedures for approving appointments, exercising parliamentary oversight and ensuring continuity of authority.

The importance of this inquiry lies in distinguishing the reform's legal provisions from its potential political effects. A constitutional text allocates powers, but does not itself determine the quality of debate, the independence of legislators or the durability of cooperation between institutions. Scholarship on earlier constitutional changes in Kazakhstan has described them as combining the stabilization of governance with a search for more effective representation [6]. The 2026 reform calls for an extension of that analysis based on the rules now in force.

This article aims to identify the place of the Kurultai and the Vice President within the reorganized system of supreme state authority and the legal conditions governing their interaction. It uses formal legal analysis of the Constitution and constitutional laws, an institutional approach to the allocation of powers, and a limited comparison with the former bicameral arrangement. Information on the first election is used only to establish that the new model has begun to operate; conclusions about its long-term effectiveness remain analytical rather than empirical.

Constitutional Foundations of the Reorganization

The central change concerns the representative branch. The Constitution expressly defines the Kurultai as the supreme representative body of the Republic of Kazakhstan exercising legislative authority [1, Art. 52]. Unlike the former Parliament, comprising the Senate and the Mazhilis, the new body is unicameral. It has 145 members, elected for five-year terms by proportional representation in a single nationwide electoral constituency [1, Arts. 53–54]. The constitutional law makes the Kurultai the legal successor to Parliament and provides for the continued consideration of bills previously introduced in the Mazhilis [2, Art. 59]. Legal continuity in legislative work thus accompanies a change in the political form of representation.

The single nationwide constituency increases the importance of party lists in determining the composition of the legislature. It may make parties more clearly accountable for the legislative agenda, while also making their internal candidate selection and the connection between elected members and the country's regions more consequential. In the absence of a second chamber as a distinct channel of territorial representation, systematic consideration of the regional effects of legislation becomes a task for the Kurultai and its committees. This is an inference from the design of representation; it does not imply that the Constitution characterizes the Kurultai as a specifically territorial representative body.

The constitutional structure also includes the Qazaqstan Halyq Kenesi, or People's Council of Kazakhstan, which has the right of legislative initiative but is designated an advisory body [1, Arts. 60, 70–71]. It must therefore be distinguished from the Kurultai: the former participates in developing proposals, whereas the latter enacts laws and exercises constitutionally assigned appointment and oversight powers. The distinction between advisory participation and legislative authority is fundamental to identifying responsibility for the final decision.

The Legal Status and Powers of the Kurultai

The Kurultai's legislative jurisdiction encompasses constitutional laws and ordinary laws, reconsideration of presidential objections, and regulation of the budget, taxation, rights and freedoms, the organization of state bodies and other major social relations [1, Arts. 56, 60–61]. A constitutional law requires at least two thirds of the votes of all members; an ordinary law requires a majority of all members unless the Constitution provides otherwise [1, Art. 61]. Unicameralism reduces the number of mandatory inter-chamber stages but does not remove the need for expert review, debate on amendments and assessment of consequences. The Kurultai's internal procedures, including its standing committees and Rules of Procedure, must provide for these functions [1, Art. 59; 4].

The legislature's autonomy operates within a system of reciprocal constitutional powers. The President signs a law or returns it, or particular provisions, for reconsideration. Overriding presidential objections requires three quarters of all members for a constitutional law and two

thirds for an ordinary law; failure to reconsider within the specified period constitutes acceptance of the objections [1, Art. 56]. The President may also designate a bill as a priority, requiring its consideration and adoption as a matter of priority within two months [1, Art. 60]. Any gain in procedural speed must consequently be examined alongside the greater demands placed on members and committees to scrutinize legislation.

Appointment powers form a distinct component of the Kurultai's status. By a majority of all members, it consents to the appointment of the Vice President and the Prime Minister, as well as judges of the Constitutional Court and members of the Central Election Commission and the Supreme Audit Chamber. It also elects judges of the Supreme Court on the President's nomination [1, Art. 56]. The constitutional law specifies that the President submits written nominations for the relevant offices, following which the matter is placed on the agenda of the next sitting [2, Art. 27]. Consent is a legal prerequisite for appointment, rather than a nonbinding exchange of views between institutions.

Oversight takes the form of examining the report on implementation of the republican budget, parliamentary inquiries, hearings involving officeholders and consideration of confidence in the Government [1, Arts. 56, 63, 69]. The Government is responsible to both the President and the Kurultai. A vote of no confidence by the latter requires the Government to tender its resignation, but the President has ten days to decide whether to accept or reject it [1, Art. 69]. The cabinet's political responsibility is therefore mediated: the legislators' decision initiates a constitutional procedure, while the final decision on resignation belongs to the head of state.

The interaction between consent procedures and dissolution is equally revealing. After consulting the Chair of the Kurultai and the Prime Minister, the President may dissolve the Kurultai. This power also applies after a second refusal to consent to an appointment requiring its approval or a second refusal to elect its Chair [1, Art. 62]. The Constitution prohibits dissolution during a state of emergency or martial law, in the final six months of a presidential term, within one year of an earlier dissolution, and in the succession situation covered by Article 51 [1, Art. 62]. The right to withhold consent is real, but repeated exercise of that right can have consequences for the legislature itself. This is where the tension between oversight and dependence on the presidential agenda becomes apparent.

Research on the Kurultai's powers has appropriately emphasized that a redistribution of competence must be studied as a system of interaction among the President, the Kurultai and the Government, rather than as an isolated expansion of one institution's rights [5]. A legal appraisal must consider approval procedures, budgetary oversight, veto and dissolution together. A list of formal powers alone cannot establish the representative body's actual degree of political influence.

The Office of Vice President and Continuity of Presidential Authority

The Vice President occupies a distinctive position: the office is established by the Constitution, but its day-to-day functions are derivative. The President appoints the Vice President with the consent of a majority of all Kurultai members and retains the power to dismiss the officeholder and determine the remit of the office [1, Arts. 46, 49]. Under the constitutional law, an appointee must be a citizen of Kazakhstan by birth, at least forty years old, fluent in the state language, resident in Kazakhstan for the preceding fifteen years and have a higher education qualification [3, Art. 23]. These qualifications are relevant to the possibility that presidential powers may subsequently pass to the Vice President.

In ordinary circumstances, the Vice President represents the President, on the President's instructions, in dealings with the Kurultai, the Government and other state bodies, and performs other functions assigned by the President [3, Art. 24]. The Constitution does not give the Vice President an independent right of legislative initiative, leadership of the Government or a general power to issue legislation. The officeholder may not simultaneously serve as a member of a

representative body, hold another paid position, engage in business or belong to a political party [1, Art. 49; 3, Art. 23]. The coordinating role thus rests on presidential instructions and does not establish a second independent center of executive power.

The office has a distinct constitutional reserve function. If presidential authority ends prematurely on specified grounds, it passes first to the Vice President; if that person cannot assume it, authority passes to the Chair of the Kurultai and then to the Prime Minister [1, Art. 51]. Whoever assumes presidential authority relinquishes their former office. The Kurultai must announce a presidential election within seven days, and the election must be held within two months; the person assuming authority may neither initiate constitutional amendments nor dissolve the Kurultai [1, Art. 51]. This is temporary constitutional succession followed by a mandatory election, not the conferral of a new seven-year mandate without a vote.

The source of legitimacy for this arrangement warrants particular attention. The Vice President is not directly elected by the public: appointment combines the President's nomination with the consent of a representative institution. The Kurultai's consent supplies an additional public-law check on the nominee, but is not equivalent to a direct nationwide mandate. The short deadline for an election following succession and the prohibition on constitutional changes prevent temporary assumption of authority from becoming an independent source of unlimited power. If the office falls vacant, the President ordinarily has twenty days to submit a new nominee to the Kurultai; the law separately addresses periods without a sitting Kurultai or between its sessions [3, Art. 23].

Because the Vice President's ordinary functions depend on presidential instructions, the practical division between representing the head of state and exercising the powers of other bodies needs to be made clear publicly. In relations with members of the Kurultai, the Vice President may act as a channel for coordinating the policy agenda. Such involvement cannot, however, replace the formal procedures for introducing bills, parliamentary deliberation and voting, or governmental accountability. Clarity about the institutional roles matters more than the volume of assigned tasks.

Political and Legal Assessment of the New Model

The reform brings together three principles: legislative decisions are concentrated in one representative body; the Kurultai participates in key appointments; and an order of succession to presidential authority is specified in advance. The first Kurultai election on 23 August 2026 and the allocation of all 145 seats confirm that the new structure has begun to function [7]. Formation of a legislature, however, does not by itself establish durable parliamentary competition or effective oversight of the Government. Such findings require observation of lawmaking over a longer period.

The central institutional question is whether the Kurultai's powers become routine practices of public deliberation and reasoned scrutiny. Relevant indicators include the quality of expert review, the accessibility of committee proceedings, the substance of inquiries to ministers, the ability of factions to propose amendments and transparency in budget consideration. The constitutional law and Rules of Procedure provide a procedural framework [2; 4], but outcomes depend on party discipline, openness of information and participants' willingness to use the available mechanisms.

From the standpoint of the balance of powers, the Kurultai's consent to the Vice President's appointment is a point of interaction between two institutions. It introduces a representative element into the selection of the first successor, while the President's power to dismiss the Vice President and define the office's ordinary functions preserves its distinctly presidential character [1, Arts. 46, 49; 3, Arts. 23–24]. Similarly, unicameralism simplifies the passage of legislation while increasing the sole chamber's responsibility for thorough deliberation.

The legal design permits more coordinated work, but may also allow one political agenda to predominate. The way its provisions are applied will be decisive.

The reform should be assessed against observable criteria: the time taken and quality of bill scrutiny, the share of substantive parliamentary amendments adopted, the reasons given for approving appointments, the results of budget oversight and compliance with the limits on temporary exercise of presidential powers. This approach separates the institutions' constitutional potential from declaratory assessments of their political role.

Conclusion

The 2026 Constitution established the Kurultai as a unicameral supreme representative body with legislative, appointment and oversight powers. Its consent is now required for the appointment of the Vice President and several other officials, while succession from the former Parliament has maintained legal continuity in legislative work. At the same time, presidential powers to nominate candidates, prioritize bills, return laws and dissolve the Kurultai continue to give the head of state considerable influence over the operation of the new model.

The Vice President's status has two components: carrying out the President's instructions in ordinary circumstances and being first in line to assume presidential authority if the office falls vacant prematurely. In the latter event, the Constitution requires a prompt election and limits the actions of the person temporarily exercising presidential powers. The reorganization has therefore created a more clearly defined chain of succession. Its political and legal effects will depend on whether the procedures for consent and oversight operate openly and substantively.

References

1. Constitution of the Republic of Kazakhstan, adopted in the national referendum of 15 March 2026 (effective 1 July 2026). Official Russian text: https://www.akorda.kz/public/ru/konstituciya-respubliki-kazahstan-3053339 (accessed 1 November 2026).

2. On the Kurultai of the Republic of Kazakhstan and the Status of Its Deputies. Constitutional Law of the Republic of Kazakhstan No. 297-VIII ZRK of 5 June 2026. Official Russian text: https://old.adilet.zan.kz/rus/docs/Z2600000297 (accessed 1 November 2026).

3. On the President of the Republic of Kazakhstan. Constitutional Law of the Republic of Kazakhstan No. 296-VIII ZRK of 5 June 2026. Official Russian text: https://old.adilet.zan.kz/rus/docs/Z2600000296 (accessed 1 November 2026).

4. On the Rules of Procedure of the Kurultai of the Republic of Kazakhstan. Resolution of the Kurultai of the Republic of Kazakhstan No. 30-I KRK of 10 September 2026. Official Russian text: https://old.adilet.zan.kz/rus/docs/B2600000030 (accessed 1 November 2026).

5. Luzanov, V. A., Kabdiy, N. G., and Kenzhebulatova, A. M. "The Constitutional Reform of 2026: Mechanisms for the Kurultai to Exercise Its Powers as the Supreme Representative Body." World Scientific Reports, no. 13 (2026). Article in Russian: https://ojs.scipub.de/index.php/WSR/article/view/8652 (accessed 1 November 2026).

6. Rakhimbayev, D. "Constitutional Reforms and Their Role in Modernizing Public Administration in the Republic of Kazakhstan." Bulletin of Abai KazNPU, Law Series, vol. 81, no. 3 (2025). DOI: 10.51889/2959-6181.2025.81.3.006. Article in Russian: https://bulletin-jurisprudence-kaznpu.kz/index.php/home/article/view/301 (accessed 1 November 2026).

7. Central Election Commission of the Republic of Kazakhstan. "Results of the Election of Deputies to the Kurultai of the Republic of Kazakhstan Established" (2026). In Russian: https://election.gov.kz/rus/news/releases/index.php?ID=10586 (accessed 1 November 2026).

Geographic Sciences

Yeraltı Dünyanın Coğrafiyası: Speleologiya Və Gizli Ekosistemlər

Şəfəq Əliyeva Məmməd qızı
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin Şəki filialı, müəllim

Yeraltı coğrafiya, litosferin üst qatlarında uzanan karst boşluqlarını, mağara sistemlərini, yeraltı hidroloji şəbəkələri və bu qaranlıq mühitlərdə formalaşan unikal bioloji aləmi öyrənən fənlərarası bir elmdir. Bu sahənin mərkəzində coğrafiya, geologiya, hidrologiya, klimatologiya və biologiyanın kəsişməsində yer alan speleologiya (mağaraşünaslıq) dayanır.

Yer səthinden vizual olaraq təcrid olunmuş bu yeraltı relyef formaları, sadəcə statik geoloji strukturlar deyil. Onlar milyonlarla il ərzində günəş işığından məhrum şəkildə inkişaf edən, özünəməxsus mikromühit şəraitinə və maddələr dövranına malik olan canlı, dinamik və gizli ekosistemlərin ev sahibidir.

1. Karst Geomorfologiyası və Mağaraların Struktur Formasiyası

Mağara sistemlərinin böyük əksəriyyəti karstlaşma prosesi (həllolunma və aşınma) nəticəsində meydana gəlir. Karst geomorfologiyası, kimyəvi cəhətdən asan həll oluna bilən süxurların (əsasən əhəngdaşı, dolomit, gips, təbaşir və daş duz) suyun həm kimyəvi, həm də mexaniki fəaliyyəti ilə parçalanması prosesidir.

Kimyəvi Aşınma (Karbonat tsikli)

Atmosferdən keçən və ya torpaq qatındakı çürümə proseslərindən süzülən yağış suyu karbon qazını (CO2) udaraq zəif karbon turşusuna (H2CO3) çevrilir. Bu asidifikator (turşulu) su əhəngdaşı (CaCO3) qatlarına sızdıqda, süxuru asanlıqla həll edərək kalsium-bikarbonata [Ca(HCO3)2] çevirir və yuyub aparır:

CaCO3 + H2O + CO2 ⇌ Ca(HCO3)2

Endokarst Relyef Formaları və Mikrostukturlar

Bu kimyəvi proses yer səthində eksokarst formaları (dolin, uvala, polje, ponor) yaradırsa, yerin altında möhtəşəm endokarst relyefini formalaşdırır:

Şaquli Quyular və Şaxtalar: Suyun tektonik çatlarla dikinə aşağı sızdığı, bəzən yüzlərlə metr dərinliyə çatan şaquli boşluqlar.

Horizontal Qalereyalar: Keçmiş və ya indiki yeraltı çay yataqlarının formalaşdırdığı, kilometrlərlə uzanan horizontal dəhlizlər.

Zallar (Kameralar): Tavanın çökməsi və ya güclü kimyəvi yuyulma nəticəsində yaranan geniş daxili boşluqlar.

Speleotemlər: Mağara Mineralogiyası

Mağara daxilinə sızan kalsium-bikarbonatlı məhlul, mağara atmosferi ilə təmasda olduqda təzyiq fərqi və CO2 qazının ayrılması səbəbindən yenidən kalsium-karbonat şəklində çökür. Əsrəbəsr davam edən bu çökmə bənzərsiz yeraltı memarlıq nümunələri yaratmağa xidmət edir:

Stalaqtitlər: Mağara tavanından aşağıya doğru uzanan, daxili boş borucuq formalı ('makaron') və ya konusvari mineral strukturlar.

Stalaqmitlər: Tavandan damlayan suların döşəmədə yuxarıya doğru ucaldığı, adətən daha qalın və küt kütlələr.

Sütunlar: Stalaqtit və stalaqmitlərin zamanla birləşməsi nəticəsində yaranan geoloji dayaqlar.

Heliktitlər: Cazibə qüvvəsinə tabe olmayaraq, kapilyar təzyiqin təsiri ilə hər tərəfə (əyri, spiralvari) böyüyən nadir kristallar.

Mağara Mirvariləri (Pizolitlər): Suyun daim hərəkətdə olduğu kiçik çalalarda, bir qum dənəciyinin ətrafında kalsit qatlarının konsentrik şəkildə çökməsi ilə yaranan sferik formalar.

2. Karst Hidrogeologiyası və Şəbəkə Dinamikası

Yeraltı ekosistemlərin formalaşmasında və yaşamasında əsas hərəkətverici qüvvə yeraltı sularıdır. Karstik hidrogeologiya, yerüstü çayların birdən-birə yer altına keçməsi (ponorlar vasitəsilə) və yerin altında mürəkkəb, çoxşaxəli çay şəbəkələrinin qurulması ilə xarakterizə olunur.

Hidloji Zonallıq

Aerasiya (Vadouz) Zonası: Mağaranın üst, quru qatlarıdır. Burada boşluqlar əsasən hava ilə doludur və su yalnız şaquli istiqamətdə, cazibə qüvvəsinə tabe olaraq aşağıya doğru sızır. Speleotemlərin böyük hissəsi bu zonada formalaşır.

Saturasiya (Freatik) Zonası: Bütün relyef boşluqlarının və məsamələrin tamamilə su ilə dolu olduğu alt qatdır. Burada su yüksək hidrostatik təzyiq altında hərəkət edir və güclü mexaniki-kimyəvi eroziya törədərək nəhəng boruvari tunellər açır.

Keçid (Efifreatik) Zonası: Mövsümi yağıntılardan asılı olaraq su səviyyəsinin (karst su aynasının) dəyişdiyi, dövri olaraq su altında qalan aralıq sahədir.

Bu hidloji dövranın sonunda yeraltı çaylar voklyuzlar (yüksək debili karst bulaqları) şəklində yenidən yer səthinə çıxır. Bu bulaqlar regional şirin su ekologiyasında və çayların qidalanmasında strateji əhəmiyyətə malikdir.

3. Gizli Ekosistemlər: Günəşsiz Həyatın Biologiyası

Yeraltı ekosistemlərin ən unikal cəhəti tam qaranlıq mühitdə, yəni fotosintezin və ilkin bitki örtüyünün qeyri-mümkün olduğu şəraitdə həyatın mövcudluğudur. Burada bioloji zəncir və ekoloji piramida yer səthindəkindən tamamilə fərqli qanunlarla idarə olunur.

Trofik Struktur (Qidalanma Zənciri)

Xemoavtotrof Prodüsentlər (Kimosintez): Günəş şüasının daxil ola bilmədiyi dərin speleosistemlərdə (məsələn, Rumıniyadakı məşhur Movile mağarası və ya ABŞ-dakı Lechuguilla) ekosistemin təməlini kimosintez edən bakteriyalar təşkil edir. Bu bakteriyalar hidrogen-sulfid (H_2S), metan (CH_4) və amonyakı parçalayaraq kimyəvi enerji istehsal edir və yerüstü aləmdən tamamilə müstəqil, təcrid olunmuş bir qida zənciri qurur.

Alokton (Xaricdən gələn) Üzvi Maddələr: Mağaraların çoxunda isə ilkin məhsuldarlıq yoxdur. Qida zənciri xaricdən sızan suların gətirdiyi üzvi detritlərdən (yarpaq çürüntüləri, köklər) oarsaq, və mağarada yuvalayan yarasaların ifrazatından (quano) asılıdır. Quano üzərində zəngin göbələk və mikrob koloniyaları inkişaf edir ki, bu da ekosistemin digər həlqələrini qidalandırır.

Mağara Faunasının Ekoloji Təsnifatı

Canlı Qrupu	Mağaradan Asılılığı	Nümunələr	Əsas Xüsusiyyəti
Trokloksenlər (Trogloxenes)	Müvəqqəti sığınacaq	Yarasalar, mağara ayıları, bəzi quşlar	Yalnız dincəlmək və çoxalmaq üçün mağaradan istifadə edir, qidalanma yer səthində baş verir.
Trolofillər (Troglophiles)	Fakültativ (Könüllü)	Mağara hörümçəkləri, bəzi xərçəngkimilər	Həm mağara daxilində, həm də yer səthindəki bənzər rütubətli və qaranlıq mikroiqlimlərdə tam həyat tsikli keçirə bilirlər.
Trolobitlər (Troglobites)	Mütləq (Məcburi)	Proteus anguinus (Kor salamandr), kor mağara balığı	Tamamilə yeraltı mühitə məhkumdurlar, yer səthindəki abiotik şəraitdə sağ qala bilmirlər. Endemikdirlər.

Evolyutsion Adaptasiyalar (Reqressiv Təkamül)

Milyonlarla il mağara mühitində qapalı qalan trolobitlərdə morfoloji və fizioloji cəhətdən dərin dəyişikliklər – reqressiv təkamül baş verir:

Anaftalmiya (Gözlərin reduksiyası): Tam qaranlıqda göz orqanı funksiyasını itirir, enerji israfının qarşısını almaq üçün təkamül prosesində korluq yaranır və gözlərin üzəri dəri qatı ilə örtülür.

Depiqmentasiya: Günəşin ultrabənövşəyi şüalarından qorunmağa ehtiyac qalmadığı üçün bədəndə melanin piqmenti sintez olunmur. Canlılar ağ, çəhrayı və ya şəffaf görünüş alır.

Hipertrofiya (Hissiyyatın kompensasiyası): Görmə qabiliyyətinin itməsini əvəzləmək üçün toxunma, eşitmə və kimyəvi sensor orqanlar kəskinləşir. Canlıların bığcıqları (antenaları) və ətrafları həddsiz dərəcədə uzanır.

Metabolik Optimizasiya: Qida tapmaq çətin və nizamsız olduğundan, bu canlıların metabolizm sürəti çox aşağı düşür. Onlar aylarla, bəzən ise illərlə ac qala bilirlər.

4. Speleologiyanın Elmi və Regional Əhəmiyyəti

Müasir elmdə mağaralar sadəcə geoloji abidələr kimi deyil, planetimizin keçmişini öyrənmək üçün təbii arxivlər kimi dəyərləndirilir.

Paleoiqlim tədqiqatları (Speleoklimatologiya)

Stalaqmitlərin en kəsiklərindən götürülən nümunələrin Uran-Torium (U-Th) və ya karbon izotop analizləri (18O / 16O), regional iqlimin minilliklər ərzində necə dəyişdiyini göstərir. Hər bir mineral qatı müvafiq dövrün yağıntı miqdarı, temperatur rejimini və bitki örtüyünü özündə kodlaşdırır.

Antropologiya və Geoxronologiya

Mağaraların sabit temperatur və rütubət mikroiqlimi arxeoloji tapıntıların ideal şəkildə qorunmasını təmin edir. Dünyanın ən qədim insan məskənləri məhz mağaralarda aşkarlanmışdır.

Azərbaycan Keysi: Qarabağda, Quruçay vadisində yerləşən Azıx mağarası speleologiya və antropologiyanın kəsişməsində dünya miqyaslı bir abidədir. Mağaranın V təbəqəsindən tapılan və

350-400 min il əvvələ aid edilən Azıxantrop (qədim insan növü) çənə sümüyü, həmçinin unikal mağara faunası (nəsli kəsilmiş mağara ayısı, kərgədan sümükləri) bu yeraltı boşluqların tarix boyu necə etibarlı bir sığınacaq rolunu oynadığını sübut edir. Azərbaycanın Kiçik və Böyük Qafqaz, eləcə də Naxçıvan (məsələn, Əshabi-Kəhf, Qazma mağarası) karst regionları hələ də öyrənilməmiş böyük speleoloji potensiala malikdir.

Karst Hövzələrinin Ekoloji Həssaslığı

Qlobal şirin su ehtiyatlarının təxminən 20-25%-i karst akviferlərinin (yeraltı su qatlarının) payına düşür. Karst relyefinin süzgəcsiz strukturu (açıq ponorlar və çatlar) səbəbindən yer səthindəki hər hansı bir çirklənmə (pestisidlər, sənaye tullantıları, kanalizasiya) heç bir təbii filtrasiyadan keçmədən birbaşa yeraltı sulara və mağara ekosistemlərinə daxil olur. Bu isə subartezian və karst bulaq sularını ekoloji fəlakətlərə qarşı son dərəcə müdafiəsiz edir.

Nəticə

Yeraltı dünyanın coğrafiyası biosferin, hidrosferin və litosferin ən gizli, lakin ən həssas əlaqə nöqtəsidir. Speleoloji tədqiqatlar göstərir ki, bu gizli ekosistemlər daxili tarazlığın pozulmasına qarşı çox kövrəkdir. Dağ-mədən sənayesi, yeraltı suların normadan artıq çıxarılması, nəzarətsiz mağara turizmi (speleoturizm) və kimyəvi çirklənmə milyonlarla ilə formalaşmış bu qapalı dünyaları və relyef möcüzələrini bir neçə onillikdə geri dönməz şəkildə məhv edə bilər. Speleologiyanın inkişafı, həm yerin təkamül tarixinin sirlərini açmaq, həm də strateji şirin su və biomüxtəliflik qaynaqlarını qorumaq üçün qlobal elmi prioritetlərdən biridir.

Ədəbiyyat Siyahısı (References)

1. Ford, D., & Williams, P. (2007). Karst Hydrogeology and Geomorphology. John Wiley & Sons.

2. Culver, D. C., & White, W. B. (Eds.). (2019). Encyclopedia of Caves (3rd ed.). Academic Press.

3. Bögli, A. (1980). Karst Hydrology and Physical Speleology. Springer-Verlag.

4. Sarbu, S. M., Kane, T. C., & Kinkle, B. K. (1996). A chemoautotrophically based cave ecosystem. Science, 272(5261), 561-563.

5. Məmmədov, M. A. (2012). Azərbaycanın Geomorfologiyası. Bakı: Elm nəşriyyatı.

6. Cəfərov, Ə. Q. (2004). Azərbaycanın qədim arxeoloji mədəniyyətləri (Azıx və Tağlar mağaraları əsasında). Bakı: Azərnəşr.

Historical Sciences

KEY DEVELOPMENT CHARACTERISTICS OF THE SCANDINAVIAN COUNTRIES IN THE 11th- 15th CENTURIES

MEHDIYEVA AYTEN ALI
Doctor of Philosophy in History, Associate Professor, Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Republic of Azerbaijan, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7819-3103

Abstract

The Scandinavian countries – comprising Denmark, Norway, and Sweden – exhibited unique developmental characteristics during the Middle Ages. While the era of early feudalism was established in Western Europe during the 10th and 11th centuries, this process was not completed in Scandinavia until the 12th and 13th centuries. Consequently, pre – feudal social elements – such as free peasants, communal or collective land ownership, and popular assemblies in various districts – persisted here. The Scandinavian countries developed independently and maintained weak ties with European nations. Nevertheless, for centuries, Western European states raided and plundered the lands of Denmark, Norway, and Sweden.

INTRODUCTION

Due to the natural and climatic conditions of the Scandinavian countries, the rights of feudal lords over the land were limited, and vassalage relations remained poorly developed. In the vast mountainous regions of Norway and Sweden, where land suitable for cultivation was scarce, livestock farming played the primary role. In coastal areas, the population engaged in fishing and hunting. In the early period, free farmers, herders, hunters, and fishermen – collectively known as bonds – constituted the bulk of the population. These bonds lived in small rural communities and maintained their own independent households.

1. Denmark in the 11th – 15th centuries

Among the Scandinavian countries, Denmark was a developed state. Feudal relations took shape here earlier than in Norway and Sweden.

In the early 11th century, the Danish king Knut (1017 – 1035) established a powerful state, bringing England, Norway, Sweden, and Scotland under his rule. Following Knut's death, his politically unstable state disintegrated, leaving only Denmark intact. Subsequently, the Estridson dynasty came to power. During the reign of this dynasty, the process of feudalization in Denmark accelerated, and feudalism became fully established.

Bishops, high – ranking military officials, and knights seized vast tracts of land, reducing the masses of the peacantry to a state of serfdom. The remaining free peasants (royal peasants) paid taxed to the king and were subject to various obligations. The Estridson dynasty relied heavily on the Church.



Image 1. Statue of Valdemar the Great, King of Denmark and Duke of Schleswig, in the town square of Ringsted

In the 12th century, internal conflicts intensified in Denmark. To put an end to these internal struggles, King Valdemar I (1157 – 1182) (Image 1) approached the German Emperor Frederick I Barbarossa and swore an oath of allegiance to him. This move helped consolidate his political position and strengthen his rule by enabling him to overcome his rivals, In the second half of the 12th century, a military force composed of small and medium – sized landowners was established in Denmark.



Image 2. The German regions of Holstein and Hamburg

Those serving in the army were exempted from taxes in exchange for their military service. During the reign of Valdemar II (1202 – 1241), the German regions of Holstein and Hamburg (Image 2) were temporarily occupied, but these territories were returned in 1227.

Danish feudal lords frequently organized crusades against the Pomeranian Slavs. Ultimately, the Baltic Slavs were subjugated and Christianized.

In Denmark, serfs waged a fierce struggle against the feudal lords. Large – scale peasant uprisings that took place in the north of the country between 1441 and 1443 are notable in this regard. Following the suppression of these uprisings, peasants were forbidden from carrying weapons.

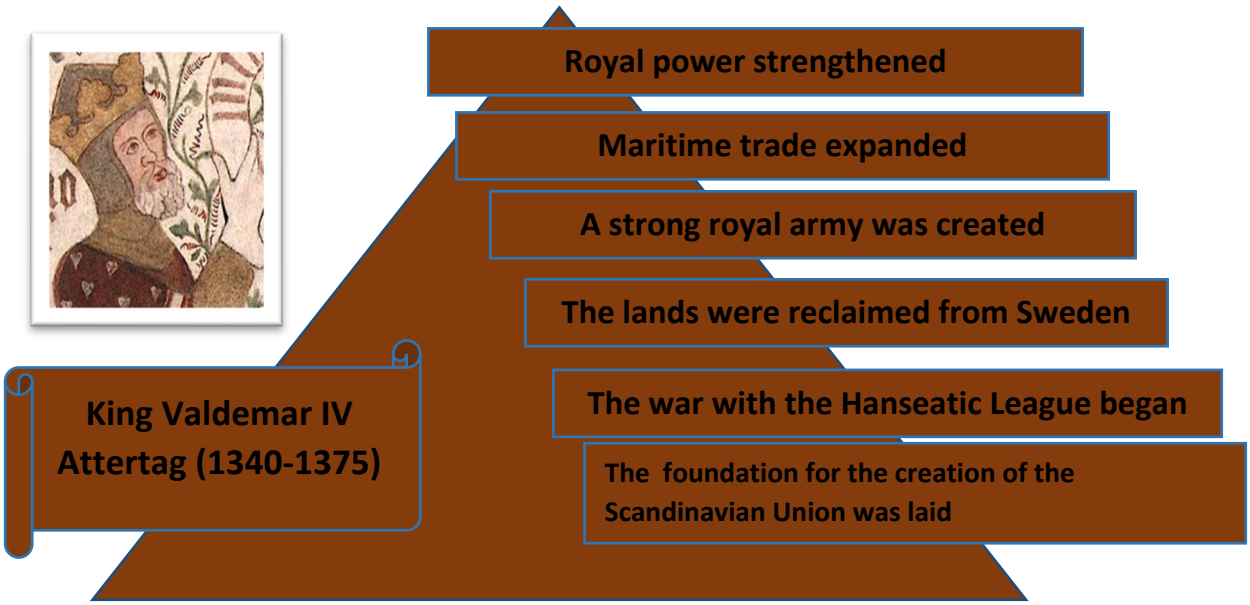


Image 3. King Erik Klipping

As in other European countries, feudal fragmentation occurred in Denmark. Royal authority was weakened by powerful secular and ecclesiastical feudal lords. The Danish nobility expressed their dissatisfaction with the Charter of Nyborg, issued by King Erik in 1282. According to the charter, the king was required to convene a national assembly annually. This supreme council was composed of a small number of townspeople and peasants, alongside a large number of feudal lords. The feudal lords played a primary role in this supreme council and regularly exercised control over royal authority. They had, in effect, concentrated power in their own hands. In the first half of the 14th century, the Estridson dynasty completely lost its influence.

In the 1330s, Sweden and North German feudal lords seized a portion of Danish lands.

During the reign of King Valdemar IV Attertag (1340 – 1375), royal authority was strengthened for a period. He expanded trade conducted via the North and Baltic Seas. He formed a strong royal army, drawing in part from the free peasantry (who remained a distinct group until the 15thcentury). Valdemar IV Attertag recovered territories that had been seized by the Swedes. He also engaged in a with the Hanseatic League – an alliance of German cities – over control of the Sound (the strait between Denmark and Sweden), but he was defeated. In 1370, a peace treaty was concluded in Stralsund between the Hanseatic League and Denmark. Under the terms of this peace, customs duties levied on goods transported by Hanseatic merchants through the Sound were reduced (Image 4).



Queen Margaret (1375 – 1412), the daughter and heir of Valdemar IV, took advantage of the political and economic backwardness of Sweden and Norway to conceive the idea of creating a large Northern federated state under Danish hegemony. Margaret married King Haakon VI of Norway, and following the death of Valdemar IV in 1375, she placed her son, Olaf, on the Danish throne. After the death of Haakon VI in 1380, Olaf also ascended the Norwegian throne. Following Olaf's death in 1387, Margaret assumed the title of ruler of Denmark and Norway.

In 1397, in the city of Kalmar, Margaret also concluded a treaty with the Swedes. Thus, a federated Northern state was formally established, existing from 1397 to 1523. Following the Union of Kalmar in 1397, Margaret's grandson, Eric II, became the king of this federated Northern state. His rule was merely formal, however, as Margaret effectively governed all three states herself.

The federative state formed as a result of the Union of Kalmar was not stable. The more developed Danish state sought to establish hegemony over its allies; Danish nobles seized fertile lands in Norway and Sweden and amassed further wealth by imposing various taxes on the population. This led to deep internal conflicts among the three states. With the help of the urban population and the peasantry, the Swedes gained autonomy in 1435. The authority of the Danish king in the region was purely nominal. In 1523, the Danes were completely expelled from Sweden. However, Norway remained under Danish rule until 1814.

2. Norway in the 11th – 15th centuries

Among the three Scandinavian countries, Norway was the least developed. In this mountainous and forested land, feudal relation were very weakly developed, and the population was primarily engaged in livestock farming. The secular and religious nobility in Norway formed a faction known as the "Birglers" (literally meaning crooked staff). A second, democratic faction – called the "Birkebeiners" – was composed of the petty nobility and the urban population.



Image 5. The symbol of the Birglers Party

The civil war that took place in Norway during the second half of the 12th and the early 13th centuries was a major historical event. In the initial phase of the conflict, feudal lords fought for power. Gradually, however, impoverished peasants – who were subjected to exploitation – also joined the struggle. In 1174, an uprising involving the "Birkebeiner" faction took on a much more intense character. The uprising was led by Sverrir. He managed to seize power in Norway (1184 – 1202) (Image 6). Sverrir Sigurdarson failed to live up to the hopes of the peasantry and began pursuing policies that served the interests of the large landowners. A conflict arose between Sverrir Sigurdarson and the Church, in which Sverrir gained a significant advantage, undermining the Church's authority. Consequently, Pope Innocent III excommunicated King Sverrir and placed the country under an interdict. In response, Sverrir Sigurdarson expelled the Pope's

representatives from Norway. Later, however, Sverrir's own troops and the nobility reconciled with the Pope and sided with Innocent III; the peasant uprising was subsequently crushed in a bloaadbath. Following this, the process of feudalization in the country accelerated, which led to the strenthening of the state. The peasantry was excluded from political power. In Norway, the system of lordship, vassalage, and a feudal hierarchy failed to take root. Here, rent paid in the form of produce played the primary role (Image 7).



Image 6. Sverrir Sigurdarson (1184 – 1202)

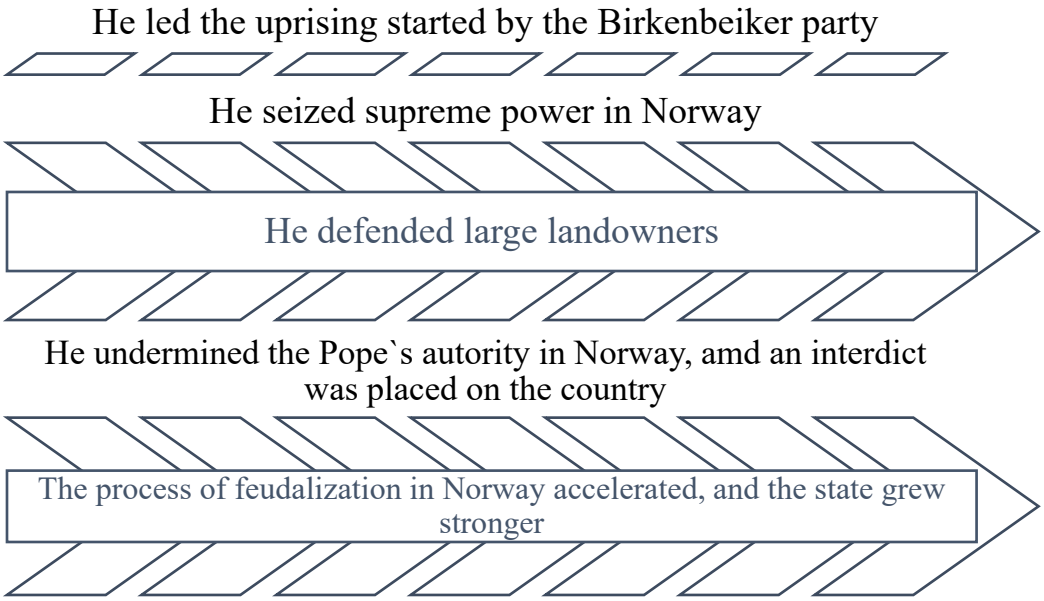


Image 7. It is characteristic of the reign of Sverrir Sigurdarson

Following the Kalmar Union, a more developed Denmark rendered the Norwegian peasantry dependent upon it, imposed various forms of taxation on the population, and protected the feudal lords. The Danes took full control of military, civil, and ecclesiastical offices, effectively bringing an end to Norway's political independence.

A notable feature of Norwegian history is that the process of feudalization was not completed during the Middle Ages, and a significant number of free peasants remained. This "peasant" nation – where a fully – fledged feudal system had not taken root – was subjected to intense feudal oppression by the Danes.

The Norwegian people frequently rose up against Danish rule. One of these uprisings – and the most significant – took place in 1501 under the leadership of Knut Alysson. The primary driving force behind the rebellion was the Norwegian peasantry. The peasant insurgents inflicted a heavy defeat upon the Danish army. However, the Birkebeiner faction, fearing the mobilization of the

populace, entered into an alliance with the Danish feudal lords, thereby obstructing their own country's national liberation. Consequently, Norway remained once again under Danish rule.

Even in the late Middle Ages, Norway was the poorest of the Scandinavian states and the one with the harshest climate. As in earlier times, the economy remained centered on livestock farming and maritime activities. Grain was imported from abroad. Due to the natural conditions, large – scale land ownership did not exist here.

In the 16th century, the urban population consisted primarily of Germans. In Bergen – the country's main commercial hub – the Hanseatic League held sway. Danes also accounted for a significant portion of the nobility. At that time, Norway was governed by a State Council. In 1450, it entered into an Eternal Union with Denmark.

Freedom – loving Norwegian peasants repeatedly rose up in rebellion against tax collectors. In 1536 – 1537, the King of Denmark abolished the independent Kingdom of Norway and incorporated the country into Denmark. The country was governed by stattholder of Danish origin.

In the 17th century, the Danish rulers, mindful of the threat posed by Sweden, restored a system of estate – based representation in Norway. Between 1628 and 1641, a Norwegian army was organized under the command of Norwegian officers. During the Dano – Swedish War of 1643 – 1645, the Norwegian provinces of Jamtlant and Harjedalen passed to Sweden. Nevertheless, the situation for the Norwegians under Danish rule improved somewhat by the mid – 17th century. Norway began to move toward the development of capitalist manufactories.

CONCLUSION

The late Middle Ages were a logical consequence of the preceding periods. During this era, significant changes took place in the Scandinavian countries – Denmark, Swede, Norway, and Finland. With the disintegration of feudal relations and the rise of capitalist relations in Western Europe, these nations gained important new markets for their goods. This was driven by an increased demand in Europe for Denmark's agricultural products, Norway's timber and fish, and Sweden's iron and copper.

Unlike most Western European countries, in Denmark, Sweden, and Finland during the 16th century, feudal relations were strengthening within agriculture – the foundation of the economy. The personal dependence of the peasantry intensified. In Denmark, the nobility established large – scale manorial estates based on compulsory labor (corvee), All of this contributed to the emergence of a second serfdom, similar to developments in Eastern and Central Europe.

At the same time, the 16th century saw the rise of capitalist manufactories in Scandinavia, the emergence of large trading companies, and the organization of colonial expeditions.

Reference

Antonova, Y. (2011). *Norway: Land of Fjords and Trolls. Moscow: Publishing Veche.*
Boyesen, H.H. (2010). *The Story of Norway.*
Boyesen, H.H. (2011). *The History of Norway.*
Danielsen, R., Dyrvik, S., Grontli, T., Helle, K., Hovland, E. *Norway: History from the Vikings Our Own Times. Moscow: Ves Mir Publishers.*
Dyrvik, S., Gronlie, T. (1995). *Norway: A History from rhe Vikings to Our Own Times. Scandinavian Univ. Publishing.*
Gurevich, A. (1967). *The Free Peasantry of Feudal Norway. Moscow: Nauka.*
History of Denmark (2007). Moscow: Ves Mir Publishers.
History of Norway (1980). Moscow: Nauka.
Kan, A. (1971). *History of the Scandinavian Countries (Denmark, Norway, Sweden). Moscov: Publisher Vshaya Shkola.*
Mehdiyeva, A. (2015). *History of the Middle Ages. Baku: ASPU Publishing*.
Stenersen, O., Libaek,I. (2007). *The History of Norway. From the Ice Age Until Today. Dinamo Forlag.*
Stone A.B., Carolyn, B.M., Parmell F. (2008). *Denmark. 5th. Footscray, Victoria: Lonely Planet.*

THE LOSS OF AZERBAIJAN'S TERRITORIAL INTEGRITY IN THE 19TH – EARLY 20TH CENTURIES

Salimov Shirxan Dadash
Doctor of Historical Sciences, Professor, Sumgayit State University
Maharramov Samir Gasim
PhD in History, Senior Lecturer, Sumgayit State University
Mirzayeva Kamala Kamal
Teacher, Sumgayit State University

Abstract. The article examines, on the basis of historical sources and scholarly literature, the process of the loss of Azerbaijan's territorial integrity from the early 18th century to the first half of the 19th century. The study is based on the principles of historicism, objectivity and comparative analysis, and generalises scholarly works, publications based on historical documents and periodical press materials on the topic. It is shown that Russia's expansionist policy, which began with Peter I's Caspian campaign of 1722, intensified at the beginning of the 19th century, and the seizure of the South Caucasus, including the Azerbaijani khanates, became the main strategic goal of Tsarism. Internal rivalries among the khanates that emerged after the death of Nadir Shah, and the absence of a unified state and a strong central authority, weakened the country's resistance to foreign aggression. The article consistently analyses the annexation of Eastern Georgia in 1801, the occupation of the Ganja Khanate in 1804, the Kurakchay treaties of 1805, the first and second Russo-Iranian wars, as well as the division of Azerbaijan between Russia and Qajar Iran under the Treaty of Gulistan (1813) and the Treaty of Turkmenchay (1828). Particular attention is paid to the mass resettlement of Armenians from Iran and the Ottoman Empire to the lands of Northern Azerbaijan, the creation of the “Armenian Province”, the introduction of the commandant system of administration, and the resulting change in the ethnic and demographic composition of the region. The Guba uprisings against the occupation regime and the impact of the partition of Azerbaijan on the country's historical and political geography are also studied. It is concluded that these processes had a profound and long-lasting impact on the subsequent fate of the Azerbaijani people.

Keywords: Azerbaijan, territorial integrity, Tsarist Russia, *Qajar Iran*, Azerbaijani khanates, Treaty of Gulistan, Treaty of Turkmenchay, resettlement of Armenians.

Introduction. The loss of Azerbaijan’s territorial integrity is one of the most painful and consequential issues in our national history. From the early eighteenth century onwards, the South Caucasus became an arena of intense rivalry between Russia, the Ottoman Empire and Iran, while Azerbaijani lands became a primary target of the expansionist ambitions of these states. Following the death of Nadir Shah, the fragmentation of the country into independent and semi-independent khanates, together with the absence of a unified political will among them, facilitated the consolidation of foreign powers, particularly Tsarist Russia, in the region. As a result, during the first quarter of the nineteenth century, Azerbaijan was divided between two empires, and its historical and political geography, as well as its ethnic and demographic composition, underwent fundamental changes. An objective and comprehensive study of these processes is of great importance for properly understanding several major issues in Azerbaijani history and for presenting historical facts, which remain relevant to this day, on a sound scholarly basis. The aim

of this article is to examine the gradual occupation of Azerbaijani territories from the 1720s–1730s of the eighteenth century to the first half of the nineteenth century, the treaties that provided the legal basis for this occupation, and their consequences. The study is based on the principles of historicism, objectivity and comparative analysis, and draws upon scholarly literature and periodical press materials related to the subject. Investigating this topic contributes to a more comprehensive understanding of this complex period in our history.

Main Text. In the summer of 1722, the Russian Emperor Peter I launched a campaign southward with an army of one hundred thousand men in order to occupy Azerbaijan and other countries and provinces belonging to the Safavid state. Although he captured Derbent without a battle on August 23, a number of unexpected difficulties, primarily the strong objections of the Ottoman Empire, forced him to leave a garrison in Derbent and return to Russia with the main body of his army. Subsequently, through the dispatch of small military and naval expeditions, Baku, Salyan, Astara, Lankaran, as well as Iran's Gilan province, were seized.

Since Azerbaijan's Caspian coastal territories remained under Russian occupation until 1735, this event left a significant mark on the history of our country. Studying this period helps to develop a more comprehensive and accurate understanding of Azerbaijan's history during the first three decades of the eighteenth century. Taking this into account, the present article aims to investigate the Russian occupation regime in Azerbaijan's Caspian coastal regions during the 1720s and 1730s. First and foremost, it should be noted that, witnessing Russia's seizure of Safavid possessions, the Ottoman Empire also dispatched its troops to Eastern Georgia and Azerbaijan in an attempt to claim its share of this inheritance. The threat of war between the two empires emerged. It was only through the mediation of French diplomacy that the Treaty of Constantinople on the partition of Safavid possessions was signed in June 1724. Following the conclusion of the 1724 Treaty of Constantinople, the second stage of Russia's occupation of Azerbaijan's Caspian coastal territories began. The treaty envisaged the delimitation of borders between Russia and the Ottoman Empire in the Caucasus.

By a decree dated August 28, 1724, Peter I appointed Major General A. Rumyantsev as Russia's plenipotentiary representative for the demarcation of the borders, while Colonel von Lukey and Artillery Major I. G. Gerber were appointed as his assistants. The Ottoman court appointed Dervish Mehmed Agha as its plenipotentiary representative.

The process of border demarcation was delayed for various reasons, and it was only in May 1726 that the Ottoman side sent its representative to Shirvan. The demarcation process was completed in 1727. At the end of 1726 and the beginning of 1727, Quba was annexed to Russia, and Huseynali Bey was confirmed as the Khan of Quba. Since Huseynali Khan was underage, two individuals named Afrasiyab and Faramaz were appointed as his guardians. In the autumn of 1726, Musa Khan of Astara travelled to Rasht with his supporters and appeared before Field Marshal Prince V. Dolgorukov, commander of the Russian troops stationed there, requesting that he be accepted under Russian protection. On December 8, Musa Khan, his son Kalbali Huseyn, and 55 kalantars and village headmen were compelled to swear allegiance to the Russian state [3]. However, as a result of the measures implemented by Nader Khan and subsequently Nader Shah, both Russian and Ottoman troops were forced to withdraw from the historical territories of Azerbaijan. Nader Shah not only succeeded in liberating Azerbaijani lands but also established a vast empire within a relatively short period.

Following the assassination of Nader Shah (1736–1747) and the subsequent disintegration of the Afsharid state, approximately twenty independent and semi-independent khanates emerged across the territory of Azerbaijan. A difficult struggle unfolded to establish a unified state out of the system of khanates. However, the historical circumstances that developed in the world and the region from the late eighteenth century to the beginning of the twentieth century

prevented this process from reaching completion. Azerbaijan entered the new century under such circumstances [12].

The political situation in Azerbaijan in the late eighteenth and early nineteenth centuries was extremely complicated. Initially, the attempts of the Shaki Khanate, followed by those of the Quba and Karabakh Khanates, to unite Azerbaijani territories under their authority and establish a unified state proved unsuccessful. This was due, on the one hand, to the country's socio-economic backwardness and, on the other, to foreign invasions, particularly the military campaigns undertaken by Iran and Tsarist Russia to seize these territories.

The desire of individual khans to preserve their own khanates and their unwillingness to make concessions to one another seriously hindered the process of unification. Under the prevailing circumstances, there was no unified force capable of resisting the expansionist plans of Iran, Ottoman Turkey and Tsarist Russia, all of which sought to conquer Azerbaijan.

Following the attempts to seize Azerbaijan initiated during the reign of Peter I and continued under Catherine II, Tsarist Russia was preparing to occupy the entire South Caucasus at the beginning of the nineteenth century. The interests of Russian nobles and merchants encouraged Tsarist Russia to acquire new territories, sources of raw materials for Russian industry and markets for the sale of its products. The Tsarist regime's plans to turn the Caspian Sea into an internal Russian sea, open a route further south towards the Persian Gulf through the occupation of the South Caucasus, gain control over the economic resources and markets of the Middle East, and thereby weaken Britain's influence were based on the prevailing geopolitical realities.

Following extensive and intensive diplomatic, political and military preparations, Eastern Georgia (Kartli-Kakheti) was annexed to Russia in 1801 under the Treaty of Georgievsk. Since the Kazakh and Shamshadil Sultanates were dependent on Georgia at that time, they were also annexed to Russia together with Eastern Georgia. This marked the beginning of the occupation of Azerbaijan. Following the annexation of Georgia, Russia began preparations for the seizure of Azerbaijan. For this purpose, P. D. Sisianov was appointed Commander-in-Chief of the Russian Caucasian Army in September 1802. The appointment of Prince P. Sisianov to this position by Alexander I was not accidental. Of Georgian origin, the prince had previously participated in V. Zubov's military campaign on the orders of Catherine II and had served as commandant of the Baku fortress in 1796–1797.

On the instructions of Alexander I, Sisianov began negotiations with the khans in Georgievsk in December 1802. The khans of Quba, Derbent and Talysh, as well as several rulers of Dagestan, attended the meeting. The Khan of Baku did not participate. According to the treaty signed on December 26, the khans and rulers who signed the agreement were required to put aside their hostilities, grievances and disputes, refrain from waging wars against one another, and resolve any emerging disagreements exclusively through peaceful means. The treaty also specifically stipulated that they should act jointly against Iran in the event of an Iranian attack [8].

The Russian Empire assigned Armenians a significant role in implementing its expansionist plans in the East, including Azerbaijan, and consolidating its position in the region.

The resettlement of Armenians into the territories of Northern Azerbaijan by Tsarist Russia during the first quarter of the nineteenth century can be divided into two stages: the period from 1801 until the signing of the Treaty of Turkmenchay in 1828, and the first years following the conclusion of that treaty. Between 1801 and 1828, the resettlement of Armenians to Northern Azerbaijan by Russia proceeded alongside the occupation process. The geographical sources of the Armenians resettled during this period consisted mainly of territories of Northern Azerbaijan from which they had previously migrated and which had not yet come under Russian occupation. At the same time, attempts were also made to attract Armenian subjects of the Ottoman and Qajar states [12].

After consolidating its position in Eastern Georgia, Russia was effectively in a state of war with Azerbaijan. The occupation of the Jaro-Belokani community in northwestern Azerbaijan in March–April 1803 and the conquest of the Ganja Khanate on January 2, 1804, confirm this development. This marked the second partition of Azerbaijani territories. During the First Russo-Iranian War of 1804–1813, the Quba, Karabakh and Shaki Khanates were subordinated to Russia through the treaties of 1805. The Treaty of Kurakchay marked the third partition of a united and integral Azerbaijan [13].

At that time, the khanates existing in Azerbaijan were divided into three groups. Some of them leaned towards Iran, others considered seeking Russia's protection to be advantageous, while the remaining khanates accepted the protection of the Ottoman Empire. Among these khanates, there was no sufficiently powerful political leader capable of uniting Azerbaijan under a single authority. At the beginning of the nineteenth century, Russia began the occupation of the Azerbaijani khanates. In January 1804, the Ganja Khanate was occupied, and the khanate system was abolished there. Following this, many other khanates began to lean towards Russia, as a climate of fear had already emerged. This fear was also associated with the Qajars. After the occupation of the Ganja Khanate, the Karabakh, Shaki and Shamakhi Khanates reached an agreement to come under Russian protection. The northern Azerbaijani khanates failed to unite. Russia skilfully took advantage of this situation and, in accordance with the testamentary instructions attributed to Peter I, embarked on the occupation of the Azerbaijani khanates.

The aforementioned Azerbaijani khanates sought to preserve their internal administrative structures while accepting Russian protection in their foreign relations. On May 14, 1805, under the Treaty of Kurakchay concluded between the Karabakh Khanate and Russia, Ibrahim Khalil Khan was deprived of the right to conduct an independent foreign policy, while retaining the administration of the khanate in internal affairs. He also undertook the obligation to maintain Russian troops within his territory. Selim Khan was a relative of Ibrahim Khalil Khan. On May 21, the Shaki Khanate also accepted Russian suzerainty. Mustafa Khan of Shirvan initially offered some resistance to the Russians; however, having soon become seriously apprehensive of the Russian Empire, he accepted Russian protection on December 27, 1805, declared his accession to the Treaty of Kurakchay and agreed to station Russian troops in his territory. These khanates were also obliged to pay an annual tribute of 8,000 gold chervonets in Russian currency to the Russian treasury. Each of the khans was granted the rank of a Tsarist general and provided with a salary from the state budget [10].

At the beginning of the nineteenth century, events in Transcaucasia (the South Caucasus) unfolded so rapidly that following their chronological sequence was by no means easy. Within just two years, the Russian Empire, having demonstrated its overwhelming military power, had brought the Jaro-Belokani community and the Ossetians under its control, suppressed the uprisings of princes in Kartli-Kakheti, and subsequently occupied Ganja in a bloody battle. The next target was the Karabakh Khanate, which bordered the Ganja Khanate. This strategically important territory, with its central stronghold of Shusha Fortress, was situated between Iran and Russia, which was expanding its influence towards the Caucasus. Shusha had become a key to Transcaucasia for Iran and a gateway to Iran for Russia.

Russian General Pavel Sisianov intended to transform Karabakh into a strong military base for the Russian Empire. The capture of a fortress such as Ganja had considerably facilitated the advance of Russian troops into the interior of Azerbaijan. All these developments compelled Ibrahim Khalil Khan to exercise greater caution and vigilance.

In the early days of 1804, major political upheavals began in Karabakh. Ibrahim Khalil Khan once again found himself caught in the whirlwind of political events. Less than a week after the occupation of Ganja, General Sisianov sent threatening letters to the rulers of northern Azerbaijan, including the Khan of Karabakh, demanding that they recognize Russian authority. He reproached

Ibrahim Khalil Khan in an insulting manner for failing to congratulate him on the Russian command's victory at Ganja.

In a letter dated January 8, 1804, sent by Sisianov from Ganja to Ibrahim Khalil Khan, the following was stated:

"I have been here for more than a month with the glorious and invincible Russian troops. It has already been six days since the fortress was taken by assault, owing to the stubbornness and defiance of Javad Khan of Ganja, who perished together with his son Huseyngulu Agha and 1,500 men. I am greatly surprised that, despite being such a close neighbour, you have not congratulated me, especially when you ought to be seeking powerful protection.

The defiance of Javad Khan was washed away in blood, and I feel no pity for him. God Himself is opposed to the obstinate. However, I regret those people whom he dragged into sharing his fate. I hope that Your Excellency will not wish to follow his example and will observe the general rules according to which the weak must submit to the strong and refrain from opposing them. The power of Russia and the moderation of its principles of governance have long been known in that country. In any case, you have no better choice than to select the most advantageous course of action...

I believe that Your Excellency will hasten to fulfil my demands, and that this will mark the beginning of your prosperity" [9].

At the beginning of the nineteenth century, feudal fragmentation prevailed in Azerbaijan. The country's territory was divided into 30 administrative and political units, including khanates, sultanates and melikdoms. These political entities, which embodied Azerbaijani statehood, were in fact contributing to the creation of conditions that would deal a devastating blow to the country's future. On the territory of Azerbaijan, which had become an object of interest for Iran and Russia, the two powers engaged in bloody battles, fought against the khanates, and sought to bring them under their respective spheres of influence through negotiations or military force, ultimately striving to partition Azerbaijan. They succeeded in achieving this objective. The events that unfolded during the first quarter of the nineteenth century had a profound impact on Azerbaijan's historical and political geography [9].

Although the document signed on October 12, 1813, in the village of Gulistan, which resulted in the partition of our people and homeland, is referred to as a "peace treaty" in Russian historiography, in reality, it represented the renunciation by Qajar Iran, defeated in its war against Russia, of its claims to the Caucasus in favour of the Russian Empire. Under the terms of this treaty, all Azerbaijani khanates north of the Araz River, with the exception of the Nakhchivan and Iravan Khanates, came under Russian sovereignty.

Taking advantage of Napoleon's invasion of Russia in 1812, the Iranian Crown Prince Abbas Mirza attempted to regain the Azerbaijani khanates occupied by the Russians. However, General P. Kotlyarevsky managed to thwart these efforts. Although Abbas Mirza entered Karabakh and captured Shahbulag, he was unable to retain control over it. His attacks on Ganja and Shaki also proved unsuccessful. Advancing further, Russian forces captured the Lankaran Fortress on January 1, 1813. Concerned about Russia's victories and its advance into Iranian territory, the British encouraged the Shah to conclude peace. Thus, the First Russo-Iranian War ended with the complete defeat of Iran, and on October 12, 1813, a peace treaty was signed between the parties in the village of Gulistan, Karabakh. The treaty was signed by Mirza Abul Hasan Khan Shirazi, the representative of the Iranian Shah, and Rtishev, the newly appointed Commander-in-Chief of the Caucasus. Iran renounced its claims to Eastern Georgia, the Kazakh and Shamshadil Sultanates, as well as Dagestan. The right to maintain a naval fleet in the Caspian Sea was granted exclusively to Russia. This provision created favourable conditions for Russo-Iranian trade and exempted Russian merchants from internal customs duties. Under the terms of this peace treaty, all the Northern Azerbaijani khanates, except for Iravan and Nakhchivan, namely Talysh, Shirvan, Quba, Baku,

Ganja, Karabakh and Shaki, were also ceded to Russia. Thus, through an eleven-article treaty, our homeland was ruthlessly partitioned, while the two occupying powers pledged to live in "perpetual friendship" from that point onwards in order to put an end to their hostilities. One of the principal reasons that led Azerbaijan to this tragedy was the absence of a unified state at that time. The constant rivalries and wars among the khanates had considerably weakened their ability to resist external powers [1].

In November 1827, Nerses wrote to Yegiazar Lazaryan, who had been invited from St. Petersburg to organize the resettlement of Armenians and was residing in Tabriz at the time:

“Now I have requested Mr. A. S. Griboyedov, the devoted defender of our Armenian nation, not to forget my petition concerning the captive Christians and to ensure that, wherever they may be, they are accepted under the powerful banner of Russian rule... I have also submitted a request to His Excellency [I. F. Paskevich, Commander-in-Chief of the Russian troops in the Caucasus (1827–1831) – K. Sh.] concerning all Armenians residing in Iran. I am now writing to you, Sir (Griboyedov), and also request that you kindly urge Ivan Fyodorovich Paskevich not to forget to include in the treaty, during the negotiations, a provision allowing Armenians living in cities and villages under Iranian rule to return freely to their homeland, Armenia, under the protection of the great Russian Empire.”

A. S. Griboyedov and I. F. Paskevich did not overlook the issue of the resettlement of Armenians from Iran during the preparation of the treaty. This matter was incorporated into Article XV of the Treaty of Turkmenchay. The article stated:

“His Majesty the Shah... grants a full and complete amnesty to the entire population and officials of the province called Azerbaijan (meaning Southern Azerbaijan – K. Sh.)... Furthermore, the said officials and inhabitants are granted a period of one year, beginning from this date, to move freely from the territories of Iran to Russia together with their families, without any obstruction from the government or local authorities, and to transport and dispose of their movable property, goods and belongings without the imposition of any customs duties or taxes. As regards immovable property, a period of five years is established for its sale or voluntary disposal” [12].

The commandant system of administration subjected the population to severe exploitation, oppression and arbitrary rule. Both the commandants and the district deputies appointed by them resorted to violence when collecting taxes and extorted money from the local population. The commandants dealt mercilessly with those who challenged their authority or refused to obey their orders. There is a documented case of the Lankaran commandant having several residents of the province drowned. Even Tsarist officials themselves were compelled to acknowledge the abuses committed by the commandants: "District chiefs, commandants and other officials acted on the basis of self-interest and rampant arbitrariness."

Russia incited Sunni–Shia divisions among Azerbaijanis and pursued a policy of "divide and rule". According to the research of American scholar T. Svyatochovsky, statistical data for 1848 indicated that the numerical ratio between Shias and Sunnis was still approximately equal, at 50:50. In contrast, data from the 1860s showed a considerable decline in the number of Sunnis. Subsequently, the demographic ratio stabilized at a level where, among the Azerbaijani population north of the Araz River, Shias belonging to the Ja'fari school of Islam clearly outnumbered Sunnis by approximately two to one.

The weakening of the Sunni movement's former influence was explained by their migration to Turkey. Following the final brutal suppression of the armed uprising of the Caucasian highlanders by Russia, the migration of Sunnis to Turkey, which had initially begun as a gradual and limited movement, developed into a massive wave[7].

As a result of the Treaties of Gulistan and Turkmenchay, the unified territory of Azerbaijan, which had existed since the medieval period, was divided into two parts, and this situation has

persisted for nearly two centuries. The greater part of the territory, estimated at approximately 400,000 square kilometres (in fact, at least 410,000 square kilometres – S. Sh.), remained within Iran. Historical literature provides various estimates of the area of this part, ranging from 135,000, 142,350 and 220,000 to even 280,000 square kilometres. The territories annexed by Russia, meanwhile, covered approximately 114,000 square kilometres (possibly 140,000 square kilometres or even more). This event left a profound impact on the historical and political geography of the country. Different systems of administrative governance were introduced in the northern and southern parts of Azerbaijan, and corresponding changes were implemented in accordance with the administrative structures of the respective states.

The division of Azerbaijan into two parts led to the emergence in historical literature of such conventional terms as "Southern Azerbaijan", "Iranian Azerbaijan", "Northern Azerbaijan" and "Russian Azerbaijan". These terms remained in public use for a long time. In 1918, the use of the name "Azerbaijan" in the declaration of the Parliament of the Azerbaijan Republic provoked dissatisfaction in Iran. Iran accused the Azerbaijani government of intending to hand over "Iranian Azerbaijan" to Turkey. For a certain period, the Azerbaijani government was compelled to refer to the territory of Northern Azerbaijan as "Caucasian Azerbaijan". Following the events of April 1920, the country was increasingly referred to as "Soviet Azerbaijan". In addition, the divided parts of Azerbaijan are also known by the terms "Southern Azerbaijan" (Güney Azerbaijan) and "Northern Azerbaijan" (Quzey Azerbaijan). The division of Azerbaijan also affected the names by which the country's population identified one another. Thus, inhabitants of the northern part began referring to their compatriots in the south as "Azerbaijanis", whereas those in the south began calling the inhabitants of the north "Turks". In fact, the terms "Soviet or Northern Azerbaijan" and "Iranian or Southern Azerbaijan", which were used for a long period, carry political connotations. They emerged following the division of the territory inhabited by a unified people sharing the same ethnic origin, language, religion and traditions. Although these terms initially had a geographical meaning, they subsequently acquired a political character. At the same time, the incorporation of Northern and Southern Azerbaijan into different states and distinct socio-political systems influenced their political, socio-economic, cultural and spiritual life in different ways, resulting in their development along separate trajectories in terms of historical and political geography[9].

March 21, 1828. By a decree of Nicholas I (1825–1855), the "Armenian Oblast" was established on the basis of the Iravan and Nakhchivan Khanates of Azerbaijan. During the initial period of the Russian occupation, a specific political approach had taken shape towards the Azerbaijani khanates that had been captured. The khanates that offered resistance were abolished and transformed into provinces. In the khanates occupied under treaties, the khanate system was temporarily preserved. However, an even more severe anti-Azerbaijani measure was undertaken in relation to the Iravan and Nakhchivan Khanates. The "Armenian Oblast" was established on historical Azerbaijani lands without any historical or legal justification. Moreover, the matter did not end there. Unlike other occupied Azerbaijani territories, this oblast was incorporated into the official imperial title of the Russian Emperor.

1829–1832. A census and statistical survey of the "Armenian Oblast" was conducted by I. Chopin (a relative of the famous composer). This survey provides information about the population size and ethnic composition of Iravan following its occupation by Russia. Since these figures served as a basis for demographic assessments in subsequent periods, they deserve particular attention. The Muslim population consisted of 1,807 families, comprising 3,749 men and 3,582 women, or a total of 7,331 people. It should also be taken into account that a certain proportion of the Muslim population had left the city during the occupation. Chopin divided the Armenians into two categories: natives (in fact, those who had arrived earlier) and newcomers. The figures for the "native" population were as follows: 567 families, comprising 1,220 men and 1,149 women, or a total of 2,369 people. The newcomers were divided into two groups according

to their place of origin: Iran and Turkey. Those arriving from Iran numbered 366 families, including 903 men and 812 women, making a total of 1,715 people. Those arriving from Turkey numbered 11 families, comprising 25 men and 23 women, or a total of 48 people.

As the figures demonstrate, excluding the newcomers, the population of Iravan amounted to 9,700 people, of whom 75.58% were Muslims and 24.42% were "native" Armenians. As a result of resettlement, the transformation of the ethnic composition of Iravan's population began. The number of resettled Armenians (1,763 people) constituted 18.17% of the existing population (9,700 people). Consequently, out of the total population of 11,463, Muslims accounted for 63.9%, while Armenians constituted 36.05%. Despite the policies pursued by the Tsarist government, it proved impossible to transform the city of Iravan into either the political or economic centre of the Armenians before 1918. These territories had not become part of the Armenian conception of a homeland either. Armenian politicians and capital were primarily oriented towards Baku and Tiflis[11].

According to historical sources, the uprising of 1826 began on September 18 with the siege of the Quba Fortress by the insurgents. The uprising was led by the 19-year-old son of Sheikhali Khan, who had arrived from Ardabil. The city remained under siege for ten days. Subsequently, Russian troops managed to break the siege. On October 13, the insurgents, having suffered heavy losses, were decisively defeated. Many of the defeated insurgents fled to the Qajar state, while those captured were exiled to distant Siberia. The archival collection entitled "Administration of the Quba Commandant", covering the years 1819–1837, contains lists of individuals who fled the country or were deported, as well as documents concerning the confiscation of their property.

In 1837, another major popular uprising broke out under the leadership of Haji Muhammad and Yareli against Tsarist administration and the oppression of local feudal lords. The immediate pretext for the uprising was the spread of news about the recruitment of cavalrymen for a Muslim cavalry regiment in Warsaw. Whereas Sheikhali Khan's supporters had constituted the leading force in the 1826 uprising, the Lezgins played the most active role in this movement. Occurring at the height of the Sheikh Shamil movement, the uprising involved more than two thousand people and encompassed numerous villages in Quba, Derbent and Dagestan. Following its suppression, the government subjected the participants to severe reprisals. In terms of its scale and nature, this uprising differed in certain respects from those that preceded and followed it. It compelled the Tsarist regime to acknowledge its miscalculations regarding Azerbaijan and the Azerbaijani people and to undertake a number of significant reforms[14].

The Treaties of Gulistan (1813) and Turkmenchay (1828) represent some of the most painful chapters in our history. These treaties were, in essence, among the most tragic events in the five-thousand-year history of our statehood. Following the Treaty of Gulistan, our great nation, which had established powerful empires, entered a decisive period of its history, one that could be described as a question of "existence or extinction". At the end of the eighteenth century, the Qajar dynasty, an Azerbaijani ruling dynasty, came to power in the history of the Near and Middle East (1796–1925). The Qajars began pursuing a policy of reunifying under a single state all the territories that had once been under the rule of their ancestors, including the Qara Qoyunlu, Aq Qoyunlu, Safavids and, ultimately, Nader Shah Afshar, including the Azerbaijani khanates.

Fragmented into small khanates and sultanates, Azerbaijan became an arena of bloody wars between two major powers. Under the Treaties of Gulistan and Turkmenchay, Azerbaijan was divided between two empires: Northern Azerbaijan was incorporated into Tsarist Russia, while Southern Azerbaijan became part of Qajar Iran. Consequently, new political and geographical concepts emerged in the subsequent history of Azerbaijan: "Northern Azerbaijan" (or "Russian Azerbaijan", later "Soviet Azerbaijan") and "Southern Azerbaijan" (or "Iranian Azerbaijan").

The Treaty of Gulistan was a disgraceful agreement that confirmed the outcome of the 1804–1813 war between Tsarist Russia and Qajar Iran and formalized the first partition of Azerbaijan between these states. Under the Treaty of Gulistan, Northern Azerbaijan (with the exception of the Iravan and Nakhchivan Khanates) was incorporated into Tsarist Russia, while Southern Azerbaijan became part of Qajar Iran[2].

The Treaty of Gulistan is one of the most disgraceful and inhumane treaties in world history, concluded for the purpose of dividing territories belonging to others. At the same time, this treaty failed to resolve the contradictions between the two warring states. The "peace" proclaimed in elaborate terms in its first article did not last long. With the outbreak of the second war between the parties in 1826, the Treaty of Gulistan ceased to be effective. The war ended with the victory of Tsarist Russia. In 1828, the Treaty of Turkmenchay was signed between Tsarist Russia and Qajar Iran. The Azerbaijani people are among the nations that have suffered most from terror, massacres and deportations. For 200 years, our people have endured a history filled with tragedies. This bloody chapter began with the mass resettlement of Armenians by Tsarist Russia from the Ottoman Empire and Qajar Iran to the territories of Northern Azerbaijan, as well as to other parts of the South Caucasus. Thus, Article XV of the 1828 Treaty of Turkmenchay and the 1829 Treaty of Adrianople laid the foundations for the resettlement of Armenians from the Ottoman Empire and Qajar Iran. Throughout the journey, the Armenian migrants were accompanied by security detachments of the Tsarist Russian army. They were provided with financial assistance and food rations on a per capita basis, transport was allocated for their relocation, and they were granted some of the most fertile Azerbaijani lands and exempted from all taxes. One interesting and, according to the cited account, indisputable historical fact is that the renowned Russian painter Mashkov dedicated a separate painting in 1828 to the resettlement of Armenians to the territories of Northern Azerbaijan. Through the resettlement of Armenians to our lands, Tsarist Russia began establishing a new ethnic population in Azerbaijani territories from the early nineteenth century onwards. According to this account, Armenians were resettled to these territories following Peter I's instructions and on the basis of the Treaties of Turkmenchay and Adrianople[4].

By emerging victorious in these wars, Nicholas I succeeded in driving Iran and the Ottoman Empire out of the South Caucasus. Iran never again engaged in war against Russia. On the contrary, Russian influence in Iran expanded, eventually leading to the division of Iran into respective spheres of influence between Russia and Britain under the Anglo-Russian Convention of 1907. Following the defeat of the Ottoman Empire in the Russo-Turkish War of 1828–1829, relations between the Ottoman Empire and Russia improved in the early 1830s. In 1833, the two states concluded the Treaty of Unkiar Skelessi, establishing a military alliance between them.

Unlike the South Caucasus, the situation in the North Caucasus began to become increasingly complicated for Russia. The war between Russia and the mountain peoples, which began in 1817, led first to their military alliance and subsequently to their unification in the form of a state. In 1829, the Imamate was established in the North Caucasus[5].

A few days after the occupation of the Iravan Khanate, on October 6, 1827, a new Russian administrative body known as the "Iravan Provisional Administration" was established in the region by order of Paskevich. General Krasovsky, commander of the local troops, was appointed head of the administration, Lieutenant Colonel Bronevsky was appointed provisional commandant of the fortress, and Archbishop Nerses Ashtaraketsi became a member of the administration. The provisional administration was assigned the tasks of assuming control over the country, establishing law and order, ensuring a continuous supply of provisions for the army, defending the fortresses of Iravan, Sardarabad and Abbasabad, establishing communications with Georgia, developing cotton cultivation, increasing salt production, keeping records of the estates, herds and revenues of the Iravan Khan, and confiscating all his movable and immovable property[6].

Conclusion. The conducted research demonstrates that the loss of Azerbaijan's territorial integrity was not an event that occurred all at once, but rather the result of a gradual and deliberate policy of occupation that continued for more than a century, beginning with Peter I's Caspian campaign. In this process, internal and external factors complemented one another: on the one hand, conflicts among the khanates, feudal fragmentation, and the absence of a unified state weakened the country; on the other hand, the struggle among the Russian, Iranian, and Ottoman empires for control of the region turned Azerbaijan into a battleground for bloody wars. Under the Treaties of Gulistan (1813) and Turkmenchay (1828), Azerbaijan was divided between Russia and Qajar Iran, splitting the historical territory inhabited by a single people into two parts. In the territories it occupied, Tsarist Russia abolished the khanate system of administration and introduced the commandant system of administration. Through the mass resettlement of Armenians from Iran and the Ottoman Empire and the establishment of the "Armenian Oblast," it artificially altered the region's ethnic and demographic composition. Although the local population's struggle against the occupation regime, including the Quba uprisings, demonstrated the people's determination to achieve freedom, these efforts ended in failure due to the imbalance of forces. The events of this period had a profound impact on Azerbaijan's subsequent historical and political destiny, the national unity of its people, and its traditions of statehood, and their consequences continue to be felt today.

References

1. Azadi S. "İki sahil Azərbaycan ikiyə bölən bədnam sənəd - "Gülüstan" müqaviləsi https://ikisahil.az/post/353556-azerbaycani-ikiye-bolen-bednam-sened-gulustan-muqavilesi
2. Ələkbərli F. Azərbaycan xalqının XVIII əsr faciəsi: Çar Rusiyasının Xanlıqlara qarşı xain siyasəti gerçəkləri ortaya qoyur https://icma.az/news/azerbaycan-xalqinin-xviii-esr-faciesi-car-rusiyasinin-xanliqlara-qarsi-xain-siyaseti-gercekleri-ortaya-qoyur-923776
3. İmanlı A. 1722-1735-ci illərdə Azərbaycanın Xəzəryanı bölgələrində rus işğal rejiminə dair. Geostrategiya» jurnalı № 01 (31) Yanvar -Fevral 2016. https://fedai.az/?p=43854
4. Mahmudov Y. Gülüstan və Türkmənçay müqavilələri tariximizin ən ağrılı səhifələridir. 525-ci qəzet. - 2019. - 16 oktyabr. - № 138. - S. 19.
5. Şükürov K. https://www.academia.edu/99560204/RUS%C4%B0YANIN_QAFQAZ_S%C4%B0YAS%C6%8FT%C4%B0_TAR%C4%B0X%C4%B0_%C4%B0RS_V%C6%8F_I_N%C4%B0KOLAY_D%C3%96VR%C3%9CN%C3%9CN_PROBLEML%C6%8FR%C4%B0
6. Mustafa N.Rusiya işğalı dövrü. https://iravan.preslib.az/rusiya_isgal_dovru.html
7. Ömərov V. Azərbaycan XIX əsrin birinci yarısında: rus işğal rejimi https://sesqazeti.az/news/mia/317320.html
8. Ömərov V. XIX əsrin sonu XX əsrin əvvəllərində Cənubi Azərbaycanda siyasi vəziyyət https://sesqazeti.az/news/mia/319444.html
9. Piriyev V. Azərbaycanın XIX-XX əsrin əvvəllərindəki tarixi-siyasi coğrafiyası https://kayzen.az/blog/tarixi-siyasi/18794/az%C9%99rbaycan%C4%B1n-19-20-%C9%99srin-%C9%99vv%C9%99ll%C9%99rind%C9%99ki-tarixi-siyasi-co%C4%9Frafiyas%C4%B1.html
10. Qaliboğlu E. Qarabağın qara günlərinin başlandığı tarix https://www.google.com/search?q=XIX+%C9%99sr+Az%C9%99rbaycan%C4%B1n+Rusiya+t%C9%99r%C9%99find%C9%99n+i%C5%9F%C4%9Fal%C4%B1&sca_esv=f0475baf3c1d001f&rlz=1C1GCEA_enAZ952AZ952&sxsrf=APpeQnu13URpf6I0lXr7DFOZgSNhh2Haug:1792432336625&ei=0FjWaqvcJf-si-gPgPHtuQ8&start=40&sa=N&sstk=AS6-VmJbwjS-

bfOh40qZAh2PaSriSd9JNrxnk13aT-UIdxVk8RZAxcsUifbT1gFdfp2nOc8vOnsJUJ2tsj9QyfhX2U58OkrniHQMeiMUoDpKXm9YUJHslmm9n_6OLOdTaa4D&ved=2ahUKEwirhNXl0saXAxV_1gIHHYB4O_c4HhDy0wN6BAgfEAs&biw=1242&bih=583&dpr=1.1

11. Şükürov K. Qərbi Azərbaycan faciələrinin xronologiyası https://xalqqazeti.az/az/siyaset/133917-qerbi-azerbaycan-facielerinin-xronologiyasi
12. Şükürov K. XIX əsrin əvvəllərində ermənilərin Şimali Azərbaycana köçürülməsi https://1905.az/xix-%C9%99srin-%C9%99vv%C9%99ll%C9%99rind%C9%99-erm%C9%99nil%C9%99rin-simali-az%C9%99rbaycana-kocurulm%C9%99si/
13. Vaqifoğlu V. Azərbaycan torpaqlarının işğal xronologiyası - (1801-1990) https://www.adalet.az/az/posts/detail/-azerbaycan-torpaqlarinin-ishgal-xronologiyasi-%2818011990%29-146416
14. Yerfi R. XIX əsrdə rus işğalına qarşı Quba üsyanları https://www.turkustan.az/news/media-project/151632

UDC: 94(100)“19”

THE TRANSFORMATION OF COMMUNICATION IN THE SOUTH CAUCASUS DURING THE LATE NINETEENTH CENTURY: OVERWHELMING IMPACT OF NOVEL TECHNOLOGIC DEVICE: TELEPHONE

ELMIRA ALIYEVA FIRDOVSI
Ganja State University, The PHD candidate of the World History, https://orcid.org/0000-0001-8324-9968

Abstract. The industrial revolution of the nineteenth century, as in many other fields, opened the door to the development of communication technologies. One of the thriving communication technologies of the nineteenth century was telephone networks. Widespread utilizing of the telephone networks became a phenomenon that developed worldwide, including in the South Caucasus which was the province of Tsarist Russia that period of time. Baku which was the pearl of the South Caucasus in that period time, the emergence of the first telephone lines there in 1880 and 1881 was greatly influenced by Baku's "black gold". The telephone, the newest communication gadget of the time, was vital for the integration of Baku's oil industry into the widespread global economy. By the end of the 1880s, Tbilisi had caught up with Baku about utilizing telephone. The development and construction of telephone lines in the South Caucasus were linked to the names of foreign companies generally. The pioneers in the development of communication technologies in the South Caucasus which were Branobel and Siemens & Halske companies, their presence especially in present-day Azerbaijan and Georgia, are frequently emphasized in this research. The activities of the Branobel brothers in Baku and Siemens & Halske in Tbilisi and Gedabey were noteworthy during that period. The source of raw materials for telephone and telegraph networks, which were communication technologies of their time was Gedabey’s copper mines in the South Caucasus. Due to this research attempts to explain the importance of telephone lines, a novel example of the developing communication age, in the region. Utilizing methods common to history, such as source research, classification, analysis, and synthesis, this study aims to illustrate the importance of telephone networks, a rising communication technology in the South Caucasus.

Key words: *South Caucasus, telephone lines, Tsarist Russia, Baku’s black gold, The Branobel Company, The Siemens & Halske Company, Gedabey’s copper mines*

İntroduction

During the late nineteenth century the South Caucasus was under the control of the Russian Empire. The invention of the novel gadget which was called telephone had undeniable effects both in the world and also in the South Caucasus. In the nineteenth century, the South Caucasus region had geopolitical and political importance for the Russian Tsardom. Russia was a powerful empire, however during nineteenth century it was very weak in terms of being able to immediately intervene in rebellions and disputes in its provinces. Until the nineteenth century, the South Caucasus was a difficult region to traverse, with its rugged mountains and deep valleys.

Everything altered with aid of the novel technologies of the late XIX century. Initially, telegraph networks, then novel telephone networks altered circumstances in the South Caucasus enormously. Telephone is one of the groundbreaking inventions in human history that made voice communication possible. The word of telephone originates from Greek which means "tele" distant, "phone" sound. The invention of the telephone is generally associated with Alexander Graham Bell in world history. In 1876, Alexander Graham Bell successfully completed a device that could convert sound into electrical signals and transmit it, and he obtained a patent for his device that same year. His invention enabled sound to travel over long distances instantaneously for the first time. Despite all that, the development of the telephone was the result of a collective effort. Elisha Gray and Antonio Meucci also conducted experiments on the sound system of telephone. Prior telephones were based on analog systems and operated utilizing electrical current. Over time, those systems were thrived, and advancements were made that allowed for clearer voice communication through the telephone device. From the end of the nineteenth century onwards, telephone lines commenced to become widespread throughout the world. Throughout its one hundred fifty year history, the telephone has been a very advantageous device for communication. Before Alexander Graham Bell's invention, communication required either being in the same place, or writing letters, telegraphs. Therefore, the telephone was one of the overwhelming communication technologies of the nineteenth century industrial age. Nowadays, sociologists consider that utilizing communication capabilities of telephones have had an enormous impact on the modernization of society utterly [1]. As many innovations of the nineteenth century, the novel device of telephone commenced to appear fields in the Russian Empire. However, the geographical and social distribution of the telephone network was very limited. The history of telephone communication in the South Caucasus is closely linked to the late nineteenth century, according to the industrial revolution, and the integration of the pearl of the South Caucasus Baku's “black gold” deposits into the global economy. Furthermore, Tbilisi, another economically thriving city in the South Caucasus, had also become one of the main hubs for telephone communication, just like Baku. The development of telephone lines and technology in the South Caucasus, as in Russia, is linked to foreign companies. According to this research, Siemens and Halske, and Branobel, companies that operating predominantly in the South Caucasus and contribute to telephone communication, are frequently mentioned.

Prior steps for transporting information with telephone

Utilizing of the telephone, a type of communication technology in Tsarist Russia during the late XIX century, reveals both the ambitions and weaknesses of the imperial government. Russia's reliance on foreign companies for utilizing of new communication technology had both advantages and disadvantages. One of its advantages was that it made it easier and more convenient for the Tsarist government to control the empire's remote provinces. On the other hand, according to fact that the empire had no production of its own made, thus the government dependent on foreign companies in many ways. Despite of the triumph of the telephone, a new communication technology, in the United States in the late 1870s, Tsarist Russia comprehended the necessity of the developing communication technologies of the industrial age for its empire. Despite of utilizing of the telephone, was initially met with suspicion in Tsarist Russia however, after the October Revolution, owning an office telephone became a symbol of status and power in Russia. Russian officials who had more phones and phone lines, they had higher status in society [2, page 203]. According to international statistics, during the early 1900s, the number of people per telephone in Tsarist Russia was far behind that of America and Europe [3, page 94]. Despite that circumstance, like similar innovations of that period of time such as airplanes and trains, was initially met with suspicion however it had become an active participant of the city life. The device of telephone was an irresistible uninvited guest of that period of time [4, page 271]. As I mentioned earlier, utilizing of the telephone in Tsarist Russia was limited during the late nineteenth century,

despite of that circumstance, the South Caucasus region became an active user of that novel communication technology. In the XIX century, the South Caucasus was a strategically, politically, and economically crucial buffer zone for Tsarist Russia. Throughout the century, the imperial government strengthened its presence in the region. From the late XIX century onwards, the South Caucasus became an economically crucial and thriving province of the Tsarist Empire. At the end of the nineteenth century, as a result of Tsarist Russia's efforts to modernize and industrialize the entire empire, foreign companies and entrepreneurs commenced to flock to Russia and especially, the South Caucasus region which was growing economic province of the empire. Although these companies initially had no intention of exploiting the region's natural resources, the promising, untapped opportunities of the South Caucasus later accelerated the activity of foreign companies' activities in the region.

The Branobel Company and its profound impact on South Caucasus's initial telephone lines

The late nineteenth century was a period in which the South Caucasus merged with the communication innovations of "the oil era" both economically and technologically. During the late of the nineteenth century, Baku, the pearl of the South Caucasus, was one of the world's enormous oil producers. The Russian Tsarist regime's abolition of its state monopoly on oil in the 1870s opened vast doors and opportunities for Baku's oil. Another company that expanded into the South Caucasus in the nineteenth century was the Branobel Company which was also known as the Nobel brothers' Company. A coincidence visit to Baku in 1873 (Nobel had come to look for walnut wood for his factory in St. Petersburg) would transform the company into one of the global oil giants. Nobel and Ludwig brothers had owned a factory in St. Petersburg that produced precision machinery and equipment since 1862. At the end of 1873, Nobel, after returning from Baku, he managed to persuade his own brother to invest Baku [5]. Ludwig provided for his brother with 25,000 rubles in 1874, enabling him to create the oil company in Baku, in 1875[6]. The company transformed from a minor business into one of the world's enormous oil companies. The company played an undeniably enormous role in refining, pipeline production, and carrying oil products by sea in the South Caucasus. Oil transportation across the Caspian Sea was one of the company's successes. Their first oil tanker - Zoroaster, was constructed by the company in 1878. By the beginning of the 1900s, the company supplied 1/3 of the Russian Empire's crude oil production. Villa Petrolea, the headquarters of the company that dominated Baku's industry [7]. Nowadays serves as a museum where preserve Artifacts and documents relate to the technological innovations of that period of time utilized by the company are still here [8]. The Nobel brothers' biggest rival for Baku's advantageous oil sphere was the Rothschild family. Undoubtedly, they were trying to chase and obtain massive opportunities of Baku's black oil. The Rothschild family financed the construction of the Baku-Batumi railway. Thus, their curiosity opened Baku oil to world markets via the Black Sea. The vast topic of communication in that period time in the South Caucasus was Baku's "black gold". During end of XIX century, the Nobel brothers not only improved the oil industry in Baku but also played a major role in the economic and technological modernization and renovation of the South Caucasus by utilizing the telephone, a novel communication technology of that period of time. Azerbaijan's initial telephone line was established in December 1880 by the Caucasus and Mercury marine company, a steamship company linked with St. Petersburg [9]. That line linked the company's main office which was located on "Naberejnaya" street, with the Caspian oil company's office in the Baku port [9]. Following the initial telephone line trials conducted by the Caucasus and Mercury marine company, the real turning point was the Nobel brothers' telephone line project in Baku. The "Nobel Brothers Company" attempted to obtain permission from the Russian governor of Baku (Lieutenant General Valeri Pozen), to establish a telephone line in January 1881. They succeeded in obtaining permission on February 18, 1881. On 23 November 1881, the first telephone line

connecting the head office of the company and the houses of the engineers was established in Azerbaijan and that telephone line's length was 6 kilometers. That telephone line established by the Nobel Brothers is considered the first telephone line in Azerbaijan officially [9]. The first central telephone station was constructed in Baku on May 26, 1886. The Baku telephone station had 40 customers at that period of time [9]. Proceeding Baku, Tbilisi also adapted to telephone technology.

The Siemens & Halske Company's impact on the South Caucasus telephone communication

One of active companies in the region was Siemens & Halske Company that founded in Germany in 1847 by Werner von Siemens and Johann Georg Halske. Nowadays, the Siemens name is mostly associated with many electronic devices which we utilize in our daily life. However, during the nineteenth century, enormous parts of the telegraph and telephone communication lines and tools were associated with that company's name in vast South Caucasus cities such as Baku and Tbilisi. Siemens & Halske signed an agreement with the Russian Empire constructing telegraph lines throughout the tsarist empire during the 1850s and 1860s. Therefore, the initial reason for Siemens & Halske Company was brought to the South Caucasus was the constructing of telegraph lines. The Indo-European telegraph line was constructed by the Siemens & Halske Company in the 1860s -1870s and passed through Tbilisi. The massive infrastructure in Tbilisi paved the way for telephone lines to be constructed in the city by the end of the 1880s. The private and public telephone lines in Tbilisi were established utilizing equipment and cables manufactured by the company. Company was the main supplier of point-to-point lines connecting the Tbilisi Caucasus Governorate with Russian quarters. By the end of the 1890s, the company had undertaken renovations of the city networks in Tbilisi. The initial central telephone exchanges in Tbilisi used inductor telephone sets from the Siemens & Halske Company. Members of the Siemens family such as Walter and Otto Siemens had also physically presence in Tbilisi. The Siemens & Halske Company's Caucasus regional office was located in Tbilisi. That office managed not only telephone lines but also the city's electric tram and lighting projects in Tbilisi. The telephone lines were a key component of Siemens' Tbilisi electrification project. I want to emphasize that the Siemens & Halske Company needed high-quality copper for massive telegraph and telephone lines which they were constructing throughout the Russian Empire. According to that, the company commenced to utilize the copper resources of the Gedabey region in the South Caucasus during that period. The Siemens & Halske Company discovered precious copper mines in Gedabey, approximately the same time that the Nobel brothers became involved in the oil industry in Baku [10]. The company had an agreement with the Russian Empire constructing telegraph and telephone lines throughout empire. It was Walter von Siemens who discovered the lucrative copper mines in Gedabey, and he was the one who persuaded his brothers Karl and Werner to invest in the region [10].The purchase of precious and lucrative copper mines in Gedabey resulted in strong opposition from Johann Halske who was one of the company's partners thus his withdrawn from the partnership was inevitable [10]. The main reason for his withdrawn was that the company's core industrial focus was not mining, but communications and electrical energy.

Werner von Siemens described the region in his own words, during his initial visit to Gedabey in 1865, according to his perspective: "The copper mine in Gedabey is very ancient. Copper was extracted from here even in prehistoric times. The ancient history of the mine is evidenced by the number of ancient structures crowning the mountain peaks and the presence of prehistoric cemeteries in the vicinity". [11, pages 283-347]

The Siemens & Halske Company purchased the Gedabey mines in 1864. Walter Siemens represented the company's presence in its Tbilisi office to manage the obligations of the agreement he signed with Tsarist Russia. The company's office in Russia was in St. Petersburg and was managed by Carl von Siemens. The acquisition of the Gedebey copper mine in 1865 was a

quite right decision, because despite of the company's agreement with Tsarist Russia was expiring in 1867. On the other hand, a vast amount of copper was needed for the construction of the Indo-European telegraph line. Walter's death in an accident in 1868 complicated the management of the copper mine. Despite all of those circumstances, the copper mine operated until 1931. Overall, pure and lucrative copper mines of Gedabey had crucial and vital importance for the developing communication technologies of that period of time. Pure copper of Gedabey mines ensured the interference-free transmission of telephone signals. In 1879, The Siemens & Halske Company constructed a small railway network in the region. Those lines not only transported Gedabey's copper but also accelerated the spread of telegraph and telephone lines to the South Caucasus. The company managed Gedabey almost like a "German town." German engineers working there contributed significantly to the formation of a technical expert class in the region by training telephone operators and engineers in Tbilisi and Baku.

Conclusion

The development of communication technologies, which were being renewed in the South Caucasus as in the rest of the world in the second half of the nineteenth century, should be considered not only as a technological innovation but also as a modernization dynamic that brought about fundamental altering and transformation in the socio-economic and administrative structure of the region. The South Caucasus region, which was of strategic importance to Tsarist Russia, benefited from the impact of the industrial age and contributed more intensively to global economic networks. According to that perspective, the development of communication infrastructure gained importance in the region both strategically and economically. During that period, Baku transformed into an industrial quarter not only regionally but also internationally, according to its oil production and export. From that perspective, Baku stands out for its early utilize of communication technologies. Telephone lines, which commenced operating in Baku in 1880 and 1881, facilitated the coordination of economic activities, accelerated trade in the region, and significantly simplified administrative control. During this period, Tbilisi followed Baku's lead and kept pace with the novel communication technologies of the time. Tbilisi quickly gained the status of a regional communications quarter. Thus, technically and economically integrated communication network systems emerged among the major cities in the South Caucasus province. The decisive role of foreign capital and technical expertise in the construction of communications infrastructure in the South Caucasus is particularly noteworthy. Enormous companies such as the Branobel and the Siemens & Halske continued their activities in the region not only as investors but also as carriers of communications technology. The active involvement of those companies in the South Caucasus accelerated the region's integration into the global capitalist system and provided a framework for the establishment and expansion of communication networks. In addition to all circumstances, local natural resources such as the Gedabey copper mines played a crucial and decisive role in supplying materials which utilized in the construction of telephone and telegraph networks. Thus, a relationship of mutual dependence emerged between the resources of the South Caucasus and the developing communication technologies.

Consequently, the emergence and widespread utilize of telephone lines, a developing communication technology in the South Caucasus, not only facilitated the development and transformation of the region in terms of communication but also significantly accelerated its economic transformation. From this perspective, utilizing of telephones, a developing communication technology, in the region has altered patterns of social interaction. According to this study, it demonstrates that communication technologies were integral to the modernization of the South Caucasus region and laid the groundwork for its deeper participation in the global widespread economic field.

References

1. Aronson, S.H. The Sociaology of the Telephone. International Journal of Comparative Sociology. 1971. Vol. 12. №3. P. 153-167.
2. Boettiger, H. M. Our Sixth-and-a-Half Sense. The Social Impact of the Telephone. ed. by I. de Sola Pool. Cambridge (Mass.): MIT Press, 1977. P. 203-220.
3. Brooks, J. Telephone: The First Hundred Years. New York, 1976. Britannica Book of the Year 1985. Chicago, 1985. Pp. 898–902.
4. McLuhan, M. Understanding Media. New York, 1964. P. 271.
5. Branobel History. Guns Brought Nobel into the Oil Business [Electronic resource]. URL: https://www.branobelhistory.com/production/guns-brought-nobel-into-the-oil-business/ (accessed 25 May 2026).
6. Nobel Energy. Nobel Heritage [Electronic resource]. URL: https://www.nobelenergy.com/whoweare/nobel_heritage (accessed 25 May 2026).
7. Caspian Post. The Nobel Brothers and Azerbaijani Oil: A Pre-Soviet Tale [Electronic resource]. URL: https://caspianpost.com/stories/the-nobel-brothers-and-azerbaijani-oil-a-pre-soviet-tale (accessed 29 June 2023).
8. Tripadvisor. House Museum of Nobel Brothers in Baku (Villa Petrolea) [Electronic resource]. URL: https://www.tripadvisor.com/Attraction_Review-g293934-d6856819-Reviews-House_Museum_of_Nobel_Brothers_in_Baku_Villa_Petrolea-Baku_Absheron_Region.html (accessed 25 May 2026).
9. Ministry of Digital Development and Transport of the Republic of Azerbaijan. History (1818–1900) [Electronic resource]. URL: https://mincom.gov.az/az/nazirlik/tarix/1818-1900#history_4 (accessed 25 May 2026).
10. Siemens Company History. Available at: http://www.siemens.com/history/pool/en/history/1847-1865_beginnings_and_initial_expansion/company_history_long.pdf (accessed 16 July 2013).
11. Siemens, W. von. Recollections (ed. W. Feldenkirchen; trans. W. Chatterton Coupland). Munich, 2008.



Proceedings of the 15th International Scientific Conference
«Theoretical Hypotheses and Empirical results» (October 29-30, 2026).
Oslo, Norway, 2026. 266p

editor@publisher.agency

https://publisher.agency

University of Norway

PO Box 1012 Blindern

0224 Oslo