



Slovak international scientific journal

№96, 2025

Slovak international scientific journal

The journal has a certificate of registration at the International Centre in Paris – ISSN 5782-5319.

The frequency of publication – 12 times per year.

Reception of articles in the journal – on the daily basis.

The output of journal is monthly scheduled.

Languages: all articles are published in the language of writing by the author.

The format of the journal is A4, coated paper, matte laminated cover.

Articles published in the journal have the status of international publication.

The Editorial Board of the journal:

Editor in chief – Boleslav Motko (Bratislava) Slovakia

The secretary of the journal – Milica Kovacova (Bratislava) Slovakia

- Lucia Janicka – (Bratislava) Slovakia
- Stanislav Čerňák – (Bratislava) Slovakia
- Miroslav Výtisk – (Nitra) Slovakia
- Dušan Igaz – (Nitra) Slovakia
- Terézia Mészárosová – (Banská Bystrica) Slovakia
- Peter Masaryk – (Rzeszów) Poland
- Filip Kocisov – (Wrocław) Poland
- Andrej Bujalski – (Košice) Slovakia
- Jaroslav Kovac – (Tnava) Slovakia
- Paweł Miklo – (Bratislava) Slovakia
- Jozef Molnár – (Bratislava) Slovakia
- Tomajko Milaslavski – (Nitra) Slovakia
- Natália Jurková – (Bratislava) Slovakia
- Jan Adamczyk – (Prague) Czech Republic
- Boris Belier – (Bratislava) Slovakia
- Stefan Fišan – (Bratislava) Slovakia
- Terézia Majercakova – (Wien) Austria
- Ekaterina Semko (Kyiv) Ukraine

1000 copies

Slovak international scientific journal

Partizanska, 1248/2

Bratislava, Slovakia 811 03

email: info@sis-journal.com

site: <http://sis-journal.com>

CONTENT

CHEMISTRY

Zamanly G., Seyidova Kh.

EFFECT OF FATTY ACIDS ON THE PROCESS OF OLEFINS
OLIGOMERIZATION4

COMPUTER SCIENCES

Brazhenko D., Markin K.

ENHANCING A/B TESTING THROUGH CUPED AND
GRADIENT BOOSTING: A PRACTICAL FRAMEWORK
WITH OPEN-SOURCE TOOLS8

Yuldasheva G., Yusupov F., Khaytbaeva D.

AUTOMATED MATHEMATICAL MODEL OF
OPERATIONAL CONTROL OF THE MAIN PRODUCTION
PROCESS OF GRAIN PROCESSING ENTERPRISES.....21

EARTH SCIENCES

Yefimov V., Bychkov D.,

Yatsevich S., Yatsevich E.

MANIFESTATIONS OF UNDERFLOODINGS AND
HARBINGERS OF SPONTANEOUS IGNITIONS ON
DRAINED-OUT WETLANDS INVESTIGATION BY
REMOTE METHODS24

ECONOMY

Aliyev I.

ASSESSMENT OF COMPETITIVENESS IN THE SERVICE
SECTOR OF AZERBAIJAN30

Bochok V.

CRISIS MANAGEMENT OF LOGISTIC SYSTEMS IN THE
CONTEXT OF INTERNATIONAL ARMED CONFLICTS:
ADAPTABILITY, RISKS, AND DIGITAL SOLUTIONS37

Trukhachova K.

FEATURES OF INTRODUCING INNOVATION INTO
ENERGY SAVING MANAGEMENT FOR UKRAINIAN
ECONOMY SECTORS: REALITIES AND PROSPECTS43

FOREST ECOLOGY

Vyshnevskiy A., Moroz V., Turko V.,

Hryshchenko D., Sokolovskiy S.

CLOSE-TO-NATURE FORESTRY AS A TOOL FOR
ECOSYSTEM ADAPTATION TO CLIMATE CHALLENGES
.....51

GEOGRAPHY

Haciyev S., Etiqad B., Aliyeva T.

EFFICIENT USE OF LAND RESOURCES RELATED TO
CLIMATE CONTINENTALITY IN THE SADARAK
ADMINISTRATIVE DISTRICT56

HISTORY

Buczko J.

THE CHANGES IN THE TERRITORY OF THE ROMANIAN
DANUBE PRINCIPALITIES AND ROMANIA UNTIL THE
PARIS PEACE TREATY OF 194761

MATERIALS SCIENCE AND MECHANICS OF MACHINES

Henchev V.

GAS TURBOCHARGING AS A WAY TO INCREASE THE
POWER OF MARINE INTERNAL COMBUSTION
ENGINES66

MATHEMATICS

Ma Lijun

A STUDY ON UNIT WHOLE TEACHING DESIGN IN
PRIMARY MATHEMATICS69

Zulpukarov J., Aliyeva J.

DEGENERATING DIFFERENTIAL EQUATIONS IN
PRIVATE SECOND -ORDER DERIVATIVES WITH TWO
INDEPENDENT VARIABLES75

MUSICOLOGY

Chyncheva L.

THE INFLUENCE OF INTERPRETATION AND PERSONAL
MEANING OF SONG LYRICS ON THE QUALITY OF
VOCAL PERFORMANCE81

NORMAL AND PATHOLOGICAL PHYSIOLOGY

**Bukach O., Tkachuk A., Tereshkova V.,
Skutelnik K., Makoviichuk M.**

SYSTEMIC CONNECTIVE TISSUE DISEASES AND
RAYNAUD'S PHENOMENON84

PEDAGOGY

Samadova K.

THE ROLE OF EDUCATION IN DEVELOPING HEALTHY
HUMAN BEHAVIOR88

PHILOLOGY

Mashakova A.

LITERARY ASSOCIATIONS OF THE UZBEKS IN
KAZAKHSTAN91

STATE AND LAW

Behbudov Q., Bayramova V., Gharibov P.

IMPLEMENTATION OF CONSTITUTIONAL DUTIES IN
NATIONAL AND INTERNATIONAL PRACTICE94

CHEMISTRY

ВЛИЯНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ НА ПРОЦЕСС ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ ОЛЕФИНОВ

Заманлы Г.Б.

магистр

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан

Сеидова Х.Г.

к.х.н.

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

Институт Нефтехимических Процессов имени акад. Ю.Г. Маммедалиева,

Баку, Азербайджан

EFFECT OF FATTY ACIDS ON THE PROCESS OF OLEFINS OLIGOMERIZATION

Zamanly G.,

M.Sc.,

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan

Seyidova Kh.

Ph.D.

Azerbaijan State University of Oil and Industry

Institute of Petrochemical Processes named after academician Yu.G.Mammedaliyev, Baku, Azerbaijan

DOI: [10.5281/zenodo.15654655](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654655)

Аннотация

Процесс олигомеризации олефинов играет ключевую роль в получении высококачественных химических веществ, используемых в различных отраслях, таких как производство пластмасс, смазочных материалов и присадок для горючего. Влияние жирных кислот на данный процесс представляет собой важный аспект, поскольку эти соединения могут существенно изменить свойства получаемых олигомеров и активность катализаторов, применяемых в реакции. Жирные кислоты, включая насыщенные (например, стеариновую кислоту) и ненасыщенные (например, олеиновую кислоту), оказывают воздействие на молекулярную массу, термическую стабильность, механические и реологические свойства конечных продуктов. Они могут регулировать длину углеродных цепей, стабилизировать олигомеры и улучшать их эксплуатационные параметры. Дополнительно жирные кислоты способны менять активность катализаторов, ускоряя или замедляя процесс олигомеризации, а также влияет на реакцию скорость. Данное исследование рассматривает влияние различных типов жирных кислот на процесс олигомеризации олефинов и их взаимодействие с катализаторными системами. Результаты показывают, что использование жирных кислот в качестве добавок позволяет заметно улучшить качество олигомеров и повысить эффективность технологического процесса.

Abstract

The olefin oligomerization process plays a key role in the production of high-quality chemicals used in various industries such as plastics, lubricants, and fuel additives. The influence of fatty acids on this process is an important aspect, since these compounds can significantly change the properties of the resulting oligomers and the activity of the catalysts used in the reaction. Fatty acids, including saturated (e.g., stearic acid) and unsaturated (e.g., oleic acid), affect the molecular weight, thermal stability, mechanical and rheological properties of the final products. They can regulate the length of carbon chains, stabilize oligomers, and improve their performance parameters. In addition, fatty acids can change the activity of catalysts, accelerating or decelerating the oligomerization process, and affect the reaction rate. This study examines the effect of different types of fatty acids on the olefin oligomerization process and their interaction with catalyst systems. The results show that the use of fatty acids as additives can significantly improve the quality of oligomers and increase the efficiency of the technological process.

Ключевые слова: олигомеризация, олефины, жирные кислоты, $AlCl_3$.

Keywords: oligomerization, olefins, fatty acids, $AlCl_3$.

1. Введение

Процесс олигомеризации олефинов представляет собой важный этап в химической переработке углеводородных соединений, результатом которого являются олигомеры — молекулы с более высокой молекулярной массой, чем исходные мономеры. Жирные кислоты играют значительную роль в дан-

ном процессе, оказывая влияние на активность катализаторов, свойства конечных продуктов и эффективность самого процесса.

Целью данного исследования является рассмотрение воздействия жирных кислот на процесс олигомеризации олефинов и исследование их роли в получении различных олигомерных продуктов.

2. Процесс олигомеризация децена-1

Олигомеризация децена-1 — это процесс, в ходе которого молекулы децена-1 (олефина) соединяются для образования олигомеров, молекулы которых имеют молекулярную массу, промежуточную между мономерами и полимерами. Олигомеры олефинов могут быть использованы в различных отраслях, таких как нефтехимия, производство смазочных материалов и добавок для топлива [1-4]. Влияние катализаторов, таких как $AlCl_3$ (хлорид алюминия), а также добавок жирных кислот в процессе олигомеризации децена-1 является важным аспектом для контроля молекулярной массы и структуры конечных олигомеров. Нами была проведена олигомеризация децена-1 в присутствии катализатора $AlCl_3$ [5-7]. Для улучшения процессов и получения более стабильных и функциональных продуктов сравнительный анализ была проведена в присутствии жирных кислот.

Для проведения реакции используется трехгорлая колба, которая обеспечивает удобство для контроля реакции и добавления реактивов. Трёхгорлая колба позволяет подключить термометр для мониторинга температуры, систему подачи газа для обеспечения инертной атмосферы и мешалку для постоянного перемешивания реакционной смеси. Для создания инертной атмосферы реакцию проводят под током азота, что предотвращает окисление катализатора и продуктов реакции, а также исключает нежелательные реакции с кислородом, присутствующим в воздухе. Азот служит также для обес-

печения стабильной работы катализатора. Для равномерного распределения катализатора, олефина (децена-1) и жирной кислоты в реакционной смеси необходимо обеспечить постоянное перемешивание. Это улучшает контакт между реагентами и катализатором, способствуя более эффективному протеканию реакции олигомеризации. Олигомеризация проводилась при температуре $100^\circ C$. В качестве добавок в реакцию вводятся жирные кислоты (например, олеиновая или стеариновая кислота) в количестве 1-5% от массы олефина. Олигомеризацию проводили в течение 3 часа. После завершения реакции продукт очищается, сушится и фракционируется для получения олигомеров с необходимыми характеристиками.

3. Результаты и обсуждения

Влияние олеиновой и стеариновой кислот на молекулярные показатели олигомеров децена-1. Метод гель - проникающий хроматографии, использующий хроматограф "Kovo", позволил точно охарактеризовать распределение молекулярных масс олигомеров, полученных в результате олигомеризации децена-1. Использование диметилформамида в качестве элюента и рефрактометрическое обнаружение обеспечили точный анализ молекулярных масс олигомеров, что имеет важное значение для понимания их свойств и возможных применений в различных отраслях. Результаты этого анализа представлены в таблице 1, которая содержит подробные данные о молекулярной массе исследуемых олигомеров.

Таблица 1.

Молекулярной показатели фракций олигодеценатов (ОДФ)

№	Олефин	Жирная кислота	Катализатор	M_w	M_n	M_w/M_n
1	Децен-1	-	$AlCl_3$	4800	4150	1.15
2	Децен-1	Олеиновая (3%)	$AlCl_3$	5200	4600	1.13
3	Децен-1	Олеиновая (1%)	$AlCl_3$	5000	4350	1.15
4	Децен-1	Стеариновая (3%)	$AlCl_3$	4950	4300	1.15
5	Децен-1	Стеариновая (1%)	$AlCl_3$	4850	4200	1.15

Как видно из таблицы при использовании 3% олеиновой кислоты M_w увеличивается на ~8% (с 4800 до 5200), что связано с возможной стабилизацией активных центров алюминийхлорида и увеличением длины цепей. Олеиновая кислота может замедлить термическую деструкцию активных интермедиатов и тем самым способствовать формированию более длинных цепей. Также возрастает M_n (с 4150 до 4600), отражая общее смещение распределения к более длинным молекулам. Снижение значения полидисперсности с 1.15 до 1.13 отражает уменьшение разброса молекулярных масс в системе и свидетельствует о более контролируемом процессе олигомеризации. Это согласуется с гипотезой о "регулирующем" действии жирной кислоты как мягкого модификатора катализатора.

Добавление стеариновой кислоты (вместо олеиновой) также повлияет на процесс олигомеризации децена-1, но в несколько ином направлении, так как она: обладает более насыщенной (насыщенной алкильной) цепью, в отличие от олеиновой (ненасыщенной, с двойной связью). Она менее реакционноспособна (в условиях отсутствия двойной

связи она слабее взаимодействует с катализатором). Она также обладает большей молекулярной массой и более выраженными гидрофобными свойствами. Стеариновая кислота из-за насыщенности менее активно взаимодействует с $AlCl_3$ и с мономером, поэтому её влияние на рост цепей ограничено. Полидисперсность остаётся на уровне 1.15 (как в контроле), то есть распределение цепей по длине не сужается, в отличие от случая с олеиновой кислотой. Это может указывать на отсутствие регулирующего действия стеариновой кислоты на механизм роста цепей.

Если сравнить жирных кислот можно сказать, олеиновая (ненасыщенная) оказывает регулирующее и удлиняющее действие, а стеариновая (насыщенная) — слабое влияние, скорее работает как пассивный модификатор или слабый стабилизатор.

При 1% олеиновой кислоты наблюдается умеренный рост (примерно на 200 единиц), поскольку кислота стабилизирует активные центры, но в меньшей степени, чем при 3%. Также немного M_n увеличивается (на ~200), что указывает на появление чуть более длинных цепей в составе смеси. При

низкой концентрации (1%) она почти не взаимодействует с катализатором (AlCl_3). M_w/M_n увеличиваются очень незначительно (~1–2%), так как стеариновая кислота может лишь незначительно повлиять на вязкость среды или стабилизировать отдельные радикалы. Индекс полидисперсности (M_w/M_n) остаётся практически неизменным — 1.15. Это подтверждает, что при низких концентрациях стеариновая кислота не оказывает выраженного регулирующего действия.

Влияние олеиновой и стеариновой кислот на термическую стабильность олигомеров децена-1

Добавление жирных кислот, таких как олеиновая (ненасыщенная) и стеариновая (насыщенная), оказывает положительное влияние на термическую стабильность получаемых олигомеров. Олеиновая

кислота, благодаря наличию двойной связи и большей реакционной способности, может участвовать в стабилизации активных промежуточных частиц в ходе олигомеризации. Её молекула также может поглощать часть тепловой энергии, снижая вероятность цепной деструкции. Это приводит к более выраженному увеличению термической устойчивости олигомеров, особенно при термоокислительных испытаниях. Стеариновая кислота, являясь насыщенным соединением, менее активна, но обладает выраженным гидрофобным и стабилизирующим действием. Она образует защитную оболочку вокруг активных центров или молекул олигомеров, уменьшая доступ кислорода и влаги. Это может умеренно повышать устойчивость к термическому и окислительному разрушению, особенно в условиях длительного хранения или эксплуатации.

Таблица 2.

Термические показатели фракций олигодеценнов (ОДФ)

Параметр	Без добавки	Олеиновая кислота (3%)	Стеариновая кислота (3%)
Начало термического разложения (T_1 , °C)	220 °C	245 °C	235 °C
Температура максимальной скорости разложения (T_{max} , °C)	285 °C	310 °C	295 °C
Остаточная масса при 400 °C (%)	5 %	12 %	9 %
Характер действия	—	Активная стабилизация, поглощение радикалов	Пассивная защита, экранирование

Как видно из таблицы 2, начало термического разложения (T_1) и T_{max} смещаются на более высокие температуры при добавлении жирных кислот, что свидетельствует о повышении термической стабильности олигомеров. Остаточная масса при 400 °C также увеличивается, особенно при добавлении олеиновой кислоты, что подтверждает улучшение стабильности и снижение термического разложения. Олеиновая кислота (ненасыщенная) обладает более выраженным стабилизирующим эффектом за счет своей структуры, что способствует активной стабилизации и поглощению радикалов. Стеариновая кислота (насыщенная) действует пассивно, создавая защитную оболочку и экранируя молекулы олигомеров от воздействия термальных факторов. Добавление жирных кислот значительно улучшает термическую стабильность олигомеров. Для олеиновой кислоты, содержащей двойную связь, наблюдается более выраженное повышение термостойкости олигомеров, что проявляется в смещении температуры начала термического разложения с 220 °C до 245 °C и увеличении остаточной массы при 400 °C до 12%. В то же время стеариновая кислота (насыщенная) также повышает стабильность, но менее эффективно, чем олеиновая. При этом температура максимальной скорости разложения (T_{max}) для олеиновой кислоты увеличивается до 310 °C, что свидетельствует о её более высокой способности к активной стабилизации в процессе термической обработки. Эти данные хорошо иллюстрируют, как добавки жирных кислот могут повлиять на стабильность олигомеров, улучшая их эксплуатационные характеристики при высоких температурах.

4. Заключение

Жирные кислоты играют ключевую роль в процессе олигомеризации олефинов, оказывая влияние на молекулярную структуру, свойства конечных продуктов, а также на эффективность и активность катализаторов. Использование жирных кислот позволяет контролировать молекулярную массу олигомеров, улучшать их термические и механические свойства, а также повышать стабильность конечных продуктов. Однако необходимо учитывать, что влияние жирных кислот зависит от их молекулярной структуры (насыщенные, ненасыщенные, полиненасыщенные), а также от используемых катализаторов и условий реакции. Олеиновая кислота, благодаря своей ненасыщенной структуре, обеспечивает более высокую термостойкость и стабильность олигомеров, что может быть полезно при их использовании в условиях высоких температур. Стеариновая кислота, несмотря на более пассивное действие, также может быть полезна для улучшения термической стабильности олигомеров в случаях, когда важен баланс между стабильностью и простотой синтеза.

Таким образом, добавление жирных кислот не только улучшает молекулярное распределение олигомеров, но и значительно повышает их термическую стабильность, что расширяет их область применения в высокотемпературных и агрессивных средах, например, в смазочных материалах и добавках для топлива. В будущем необходимо провести дополнительные исследования для оптимизации процессов олигомеризации с учетом влияния жир-

ных кислот и разработки новых катализаторных систем для получения более качественных и функциональных олигомеров.

Список литературы

1. Galiński, M., Górski, J., Orlikowska, S. Influence of fatty acids on the oligomerization process of olefins. *Polymer Science and Engineering Journal*, 47(2), 2018, p. 112-121.
2. Zhang, Y., Liu, X. Effect of additives on the thermal stability of polyolefin oligomers. *Journal of Applied Polymer Science*, 137(18), 2020. P. 48892.
3. Kłos, J., Malinowski, M. Thermal stability and molecular weight distribution of polyolefins in the presence of fatty acid derivatives. *Polymer Chemistry*, 7(4), 2019, p.305-312.
4. Seyidova X.H. α -Olefinlərin oliqomerləşməsi və polimerləşməsi sahəsində müasir vəziyyət, *Journal of Baku Engineering University and Biology. Chemistry and Biology*, V.6, N.1, 2022, s. 19-31.
5. Azizov A.H., Aliyeva R.V. Asgerova Kh. H. Oligoalkylnaphtenic (C6-C12) oils obtained in the presence of Ti-containing ionic-liquid catalysts, *Green and Suitable chemistry*, 2013, №3, p. 18-26.
6. Azizov A. H., Aliyeva R. V., Seidova Kh.H. et al. Oligomerization and alkylation decene-1 in the presence chloroaluminate ionic liquids, *American Journal of Chemistry and Application*, 2015, 2,3, 21-26.
7. Azizov A.H., Aliyeva R.V., Seidova Kh.H. et al. Kinetic regularities of oligomerization of decene-1 in the presence of the ionic liquid of chloroaluminate type, *American Journal of Chemistry and Materials Science*, 2014, 1, 3,18-23.

COMPUTER SCIENCES

ENHANCING A/B TESTING THROUGH CUPED AND GRADIENT BOOSTING: A PRACTICAL FRAMEWORK WITH OPEN-SOURCE TOOLS

Brazhenko D.,

Markin K.

DOI: [10.5281/zenodo.15654664](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654664)

Abstract

Industry (Xu et al. 2015) giants like Microsoft and Netflix have extensively documented traditional Controlled Experiment methodologies such as CUPED. However, the lack of shared datasets and code has left a gap between theoretical promise and practical application. This paper endeavors to bridge this chasm by introducing a novel integration of CUPED with gradient boosting techniques, accompanied by a fully disclosed simulated dataset and an open-source library for implementation. Recognizing the limitation of self-generated data, we demonstrate the enhanced sensitivity and specificity of A/B testing outcomes using this approach. The publication of the entire framework, including data generation code and the combined CUPED-gradient boosting library, provides a tangible, manipulable suite for researchers and engineers alike. This invites scrutiny and validation and encourages adaptation and application in diverse real-world scenarios.

Keywords: Controlled Experiments, CUPED, Gradient Boosting, A/B Testing Sensitivity, Open-Source Library, Simulated Dataset, Data-Driven Decision Making, Experimentation Framework, Statistical Power Enhancement, Variance Reduction Techniques.

INTRODUCTION

In the evolving landscape of data-driven decision-making, A/B testing stands as a cornerstone for evaluating the impact of changes in digital products and services. Despite its widespread adoption, traditional A/B testing methodologies (Kohavi et al. 2009) often grapple with the challenges of variance and sensitivity, which can obscure true effects and lead to suboptimal decisions. Recent advancements in statistical techniques, such as the Covariance Adjustment for Randomized Experiments (CUPED), have shown promise in addressing these issues by reducing variance and enhancing the precision of test outcomes. However, the integration of CUPED with machine learning approaches remains underexplored in the literature, particularly within the domain of gradient boosting—a powerful technique for predictive modeling.

This paper seeks to fill this gap by proposing a novel framework that unites the variance reduction capabilities of CUPED with the predictive strength of gradient boosting. We posit that the combined approach can significantly improve the sensitivity and specificity of A/B testing results, leading to more informed and accurate decisions. By leveraging a simulated dataset and an open-source library, this research not only demonstrates the efficacy of the integrated methodology but also ensures reproducibility and accessibility for further experimentation.

The significance of this work lies in its potential to transform the practice of A/B testing. By providing a detailed account of our methods and sharing the complete suite of tools and data, we invite scrutiny, collaboration, and innovation from the research community. This paper is structured to first present a comprehensive background of A/B testing and related work, followed by an in-depth discussion of our methodology. Subsequent sections detail the data generation process, experimental design, and results, culminating in a robust software framework that encapsulates our contributions.

In essence, this research aspires to bridge the divide between theoretical advancements and practical application, offering a new paradigm for A/B testing that harnesses the strengths of both statistical and machine learning techniques. Through this integration, we aim to chart a course for future explorations in the field and establish a foundation for data-driven decision-making that is both rigorous and adaptable to real-world complexities.

BACKGROUND AND RELATED WORK

The precision of online controlled experiments is paramount for making data-driven decisions in technology companies. The sensitivity of such experiments is measured by their ability to detect true effects, which can be significantly influenced by the variance of the business metrics being observed. Variance reduction techniques are thus employed to increase the sensitivity of experiments, allowing for the detection of even subtle changes that can have considerable business implications.

In the realm of online experimentation, small effects can translate into substantial revenue differences, especially for platforms with a large user base such as Booking.com and Netflix. As changes to these platforms tend to produce increasingly smaller effects, the challenge of detecting these effects becomes more pronounced. The statistical power of an experiment, or its capability to identify significant effects, is inversely related to the metric's variance for a given sample size. This relationship emphasizes the need for robust variance reduction methods to achieve conclusive experimental results.

One such technique is CUPED (Controlled-experiment Using Pre-Experiment Data), developed by the Experiment Platform team at Microsoft (Deng et al. 2013). CUPED seeks to mitigate extraneous variance in a metric that can be accounted for by data collected before the experiment. By doing so, it enhances the experiment's power to detect small effects. This methodology has been validated and utilized by companies like

Netflix, as reported in their case studies (Xie and Aurisset 2016), demonstrating the effectiveness of CUPED in improving the sensitivity of their online experiments.

Moreover, variance reduction can be achieved through different methods, including stratification and covariate control. Stratification uses categorical data such as country or browser type to divide the population into subpopulations or strata before sampling. The covariate method leverages continuous metrics calculated for each experimental unit before exposure to the treatment. Both approaches aim to reduce the overlap between treatment and control distributions, thereby enhancing the detectability of the treatment effect.

These methodologies underscore the importance of considering pre-experiment information to control for variability that is not attributable to the experimental intervention. The covariate method, in particular, uses predictions based on pre-experiment data to adjust the observed metrics, further reducing variance and increasing experimental power. Such techniques have become instrumental in the iterative process of product optimization, where even fractional improvements can lead to significant gains. (Deng et al. 2023)

Gradient Boosting

Gradient boosting is a sophisticated machine learning technique that constructs an ensemble of weak

predictive models, typically decision trees, to form a strong predictor. The models are added sequentially to correct the errors made by prior models, optimizing a specified loss function over iterations. (Natekin and Knoll 2013)

Model Structure

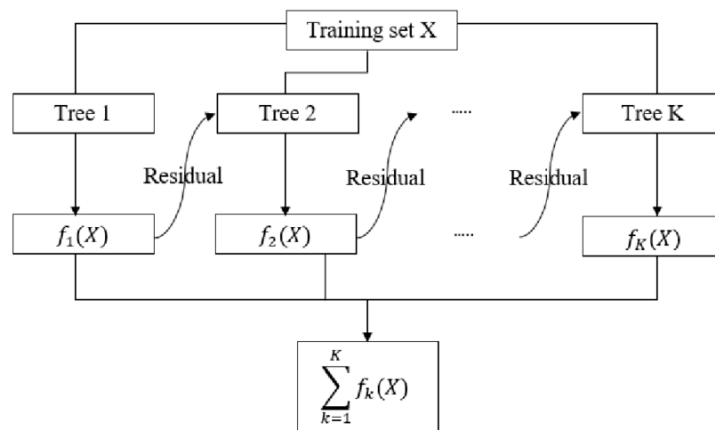
The model structure in gradient boosting is built through a series of steps that involve iteratively improving the predictions by focusing on the errors from previous iterations. Let $F_m(x)$ denote the ensemble prediction after m iterations. Initially, $F_0(x)$ is usually set to minimize the initial loss (e.g., the mean of the target variable for regression). The algorithm proceeds by adding new predictors that are fitted on the residual errors of the preceding model:

$$r_m = y - F_{m-1}(x),$$

The update rule for each iteration using a newly fitted model $h_m(x)$ is then given by:

$$F_m(x) = F_{m-1}(x) + \nu h_m(x),$$

where ν is a learning rate parameter that helps to control the speed and stability of the learning process. This step is repeated until the loss improvement becomes negligible or a predetermined number of trees have been added. (Chen and Guestrin 2016)



Gradient boosting explanation. (Aladsani et al. 2021)

Handling Categorical Variables

Categorical variables are those that represent discrete groups or categories, such as gender or color. These variables require special handling in data modeling, especially in algorithms like gradient boosting that inherently deal with numerical data. Transforming these categorical variables into a numerical format is essential for the successful application of such algorithms. (Dorogush, Ershov, and Gulin 2018)

A commonly used technique for this transformation is target encoding, where categories are encoded based on the average outcome of the target variable for each category. This method is particularly useful when the categorical feature and the target are highly correlated. The formula for target encoding is as follows:

$$\text{Encoding for category } j = \frac{\sum_{i:C_i=j} (y_i - \gamma)}{\sum_{i:C_i=j} 1},$$

where C_i is the category of the i^{th} instance, y_i is the target value associated with the i^{th} instance, and γ serves as a regularization parameter to prevent overfitting by smoothing the estimated values. This regularization is crucial, especially when data points in certain categories are sparse.

Beyond target encoding, there are several other methods for handling categorical data:

- **One-hot Encoding:** This method creates a new binary column for each category level. One-hot encoding is effective for nominal categories without intrinsic ordering but increases the data dimensionality, which might require dimensionality reduction techniques in larger datasets.

- **Label Encoding:** This technique assigns a unique integer to each category. Unlike one-hot encoding, label encoding keeps the data dimensionality unchanged but implies an ordinal relationship between categories, which may not always be appropriate.

- **Binary Encoding:** This method converts each category into binary digits. Each binary digit gets a separate column. This is useful for reducing dimensionality compared to one-hot encoding while still handling a large number of categories.

- **Frequency Encoding:** Here, categories are replaced with the frequency or count of their occurrence in the dataset. This method can help models understand the prevalence of certain categories and is often combined with other encoding strategies to improve model performance.

Each encoding strategy has its own advantages and limitations. The choice of strategy should depend on the specific characteristics of the categorical variables in question and the nature of the model being developed. A careful balance must be struck between preserving the informational value of the categorical variable and enhancing the model's ability to generalize from the training data.

XGBoost Implementation

XGBoost (eXtreme Gradient Boosting) is a popular implementation of gradient boosting due to its efficiency and performance. It extends the basic gradient boosting framework by introducing regularization terms in the objective function, which helps to control overfitting:

$$\text{Obj} = \sum_{i=1}^n l(y_i, F(x_i)) + \sum_{k=1}^K \Omega(f_k),$$

where l is a differentiable loss function and $\Omega(f_k)$ is the regularization term for the k -th tree, defined as:

$$\Omega(f) = \gamma T + \frac{1}{2} \lambda \|w\|^2,$$

with T being the number of leaves in the tree, w the vector of scores on the leaves, γ a parameter penalizing the number of leaves, and λ a parameter penalizing the magnitude of the leaf weights.

We select XGBoost for our modeling tasks due to its widespread popularity and proven track record across a variety of applications. Its ability to handle various types of data, robustness to overfitting, and scalability make it a powerful tool for predictive modeling.

Licensing and Compatibility

XGBoost is open-source software, licensed under the Apache License 2.0, which makes it free for both commercial and non-commercial use. It is compatible with multiple programming languages including Python, R, Java, Scala, and Julia, ensuring its accessibility to a wide range of data scientists and developers.

Popularity and Community Support

XGBoost's popularity is evidenced by its widespread use in winning solutions in machine learning competitions and in industry applications. The library has a robust community of developers and users who contribute to its continuous improvement and documentation, making it one of the most supported machine learning libraries available.

Special Features

XGBoost offers several unique features that set it apart from other gradient boosting implementations:

- **System Optimization:** It includes system optimizations for both hardware utilization and computing efficiency in multi-core and distributed environments.

- **Algorithm Enhancements:** XGBoost includes advanced regularization (L1, L2), sparsity-aware algorithms, and weighted quantile sketch for handling imbalanced datasets.

- **Customizable:** Users can define custom optimization objectives and evaluation criteria, adding a layer of flexibility not easily achievable in many other machine learning frameworks.

- **Built-in Cross-validation:** XGBoost implements built-in cross-validation methods at each iteration of the boosting process, which allows for robust tuning and performance enhancement.

These features make XGBoost an extremely versatile tool that can be tailored to a wide variety of data science tasks and complexities.

Advantages Over Linear Regression

Gradient boosting, particularly through XGBoost, offers substantial advantages over linear regression:

- **Complex Non-Linear Relationships:** The ability to model non-linearities and interactions between features through successive trees.

- **Robustness to Outliers:** Trees in the boosting process isolate outliers, minimizing their impact on the overall model.

- **Adaptability:** The algorithm can seamlessly integrate different types of features and deal with missing data.

- **Enhanced Predictive Accuracy:** The combination of multiple weak models and regularization significantly boosts performance.

In conclusion, gradient boosting, especially implemented via XGBoost, stands out as a superior choice for many complex data-driven challenges where traditional linear regression falls short.

DATA GENERATION

Rationale Behind the Simulated Data

The genesis of our simulated dataset is rooted in a critical need for a standardized and manipulable testing ground to advance A/B testing methodologies. Unlike many companies that, for legitimate reasons, withhold their datasets due to the proprietary nature or privacy concerns, we opt for a path of openness. Recognizing the gap in accessible data for research, we deliberately generate and publish our datasets, complete with the underlying code. This unprecedented move not only fosters transparency but also empowers the community at large to engage with, adapt, and enhance the tools and techniques we present, free from the constraints of confidentiality that often shroud corporate data.

Our approach serves a dual purpose. On one hand, it provides a sandbox for validating and refining the integration of statistical techniques such as CUPED and gradient boosting, unencumbered by the unpredictability of proprietary data. On the other hand, it presents a unique opportunity for researchers to actively manipulate the generative parameters of the dataset. This malleability allows for a dynamic exploration of how variations in data characteristics can impact the performance and efficacy of the analytical methods applied.

By changing parameters such as noise levels, base increase percentages, or user distributions, we can observe the resilience and adaptability of our methodologies under an array of simulated conditions, drawing closer to an understanding of their behavior in real-world scenarios.

In constructing this simulated environment, we aim to strike a balance between realism and control. We simulate a diverse user base with rich behavioral attributes to mirror real-world complexity while ensuring that each variable is finely tuned to yield a robust and representative dataset. The noise parameters and individual user components are carefully calibrated to introduce the right amount of randomness, emulating the unpredictability inherent in user interactions.

In essence, our rationale for creating and sharing the simulated dataset is to catalyze progress in the field of A/B testing. By offering a fully disclosed and adjustable dataset, we set the stage for collaborative innovation, rigorous testing, and the development of methodologies that can withstand the nuanced dynamics of actual user behavior. It is a dataset designed not only as a foundation for our own research but as a communal asset that invites scrutiny, validation, and advancement from the global research community.

Methodology of Data Simulation

The generation of the synthetic dataset was meticulously crafted to closely parallel the intricacy and stochastic nature of real-world data. A key enhancement in our simulation process is the introduction of controlled noise levels, which allows us to replicate the inherent randomness present in behavioral datasets. Each dataset iteration is stored in a uniquely timestamped directory, fostering traceability and systematic organization.

Central to our simulation is the principle of reproducibility; a fixed seed within the numpy random number generator is set to ensure consistent replication of results by other researchers. The simulation assigns a rich tapestry of attributes to each user, such as geographical location, platform usage, user segment classification, and age range, reflecting a heterogeneous user population. A uniformly distributed engagement score symbolizes the broad spectrum of user engagement.

To capture the subtle influences of various categories, indices for country, platform, and user segments were computed and combined with randomly generated effect modifiers. This process imbues our simulation with a degree of realism that mirrors the complex interactions affecting user behavior in the real world.

The A/B group assignment, centered on equitable distribution, introduces the anticipated effects of the experimental intervention into the outcome variable. This outcome variable, reflective of the non-linear dynamics and inherent variability of user responses, is derived by integrating the base value with category effects and a deliberately controlled noise element, newly introduced in our updated methodology.

The innovation in our approach lies in the addition of a 'per_user_component' to the base value for each user, drawn from a uniform distribution with boundaries adjusted by the noise level. This addition simulates

individual-level random effects, adding depth to the dataset by capturing the variability unique to each user profile.

Furthermore, a pre-test value is formulated through a slightly altered equation, infusing additional non-linearity and noise to depict the pre-experimental variation.

Upon generating the data, we conduct an exploratory analysis, which includes inspecting the initial data points, providing a statistical summary, and evaluating correlations. These steps serve as a preliminary examination of the emergent dataset properties. The dataset is then diligently recorded in CSV format within the specified directory, ensuring it is primed for further analysis and reproducibility.

This rigorous simulation methodology establishes a foundational dataset that not only underpins our research but also offers a comprehensive model for understanding user behavior within the context of A/B testing scenarios.

Parameters and Variables Considered

The architecture of our synthetic dataset is carefully devised to mirror a realistic user base and to enable a thorough evaluation of the influences of different characteristics on the outcomes of A/B tests. The following parameters and variables were judiciously chosen:

- **User Identifier (userid):** A unique identifier is assigned to each simulated user to ensure distinct recognition within the dataset.
- **Geographical Location (country):** Users from eight countries are included to represent geographical diversity.
- **Platform Usage (platform):** Users are distributed across four platforms to emulate the multi-platform reality of digital services.
- **User Segmentation (user_segment):** Market segmentation is simulated by categorizing users into four distinct segments.
- **A/B Group Assignment (abgroup):** Allocation into three groups (A1, A2, and B) facilitates the A/B testing structure, with each group receiving a different experimental condition.
- **Age:** A variable representing user age, which ranges from 18 to 65, to include the typical target demographic for marketing.
- **Engagement Score:** A quantification of user engagement, randomly assigned, reflecting the level of interaction with the service or product.
- **Base Increase Percentage (base_increase_percentage):** A measure of the expected impact from the A/B testing treatment on the outcome variable.
- **Noise Level (noise_level):** A vital addition to our updated methodology, this parameter controls the statistical variance of the introduced noise, thereby adding a controlled level of randomness to the data to better reflect real-world variability.
- **Per-user Component:** A factor introduced for each user to simulate individual variance, which is drawn from a uniform distribution centered around a calculated midpoint based on the noise level, thus individualizing the dataset further.

- **Seed:** To guarantee reproducibility, a seed value is used, enabling the generation of an identical dataset for validation and comparative analysis by other researchers.

These selected parameters and variables are pivotal in our synthetic data generation, facilitating the investigation into the multifaceted effects of user attributes on behavior and experimental outcomes. This intricate design aims to replicate the complexities found in authentic datasets while exerting control over the experimental variables, thus providing a reliable platform for A/B testing analysis.

Assumptions Made

The creation of our synthetic dataset rests upon a set of assumptions essential for simulating the complexity of real-world data within a structured experimental environment. A primary assumption is the independence and uniform distribution of user attributes such as geographical location, platform usage, and user segmentation. While this simplifies the analysis, it may not fully capture the interdependencies that exist within actual user bases.

We have also assumed that the effect modifiers related to country, platform, and user segments are uniformly influential without interaction, allowing for straightforward analysis of category effects but potentially sidelining compound interactions that might emerge in real-world contexts.

The random and unbiased distribution of users into A/B groups is another presumption that omits possible selection biases found in practical A/B test assignments. Similarly, the engagement score is treated as uniformly distributed, which might not align with observed engagement patterns where certain levels of engagement are more prevalent.

The introduction of a 'per_user_component' and a controlled 'noise_level' parameter in our updated methodology serves to refine these assumptions. The 'per_user_component' assumes that individual variability can be encapsulated through a uniformly distributed random effect, which adds a layer of authenticity by acknowledging user-specific differences. The controlled 'noise_level' implies a consistent degree of random fluctuation across the dataset, which, while enhancing the realism of variability, might not account for the heterogeneous nature of noise in actual user behavior.

By setting the base increase percentage and noise level to constant values, we assume uniformity in the treatment effect and variability, which may not hold in diverse user demographics or behavior patterns.

These assumptions, while necessary for the integrity and analytical clarity of the synthetic dataset, should be recognized when considering the results from experiments utilizing this data. Designed to be representative and robust, the dataset's simulated nature and the assumptions therein may influence A/B testing outcomes and the extrapolation of findings to genuine scenarios.

Ensuring Representative and Robust Data

In the pursuit of empirical rigor, our synthetic data generation protocol has been meticulously engineered to ensure both representativeness of real-world phenomena and robustness for experimental validation. To achieve a dataset that serves as a credible proxy for reality, we first identified and incorporated a diverse array of user attributes that influence behavior in digital environments. This includes geographic diversity, platform choices, and demographically segmented user groups. By embedding these dimensions into our simulation, we constructed a rich, multidimensional space in which the interactions of various factors can be observed.

The representativeness of the data is further bolstered by the introduction of stochasticity at multiple levels. A noise parameter is thoughtfully integrated to simulate the unpredictable nature of user interactions, while the per-user component is meticulously designed to encapsulate the idiosyncratic variability inherent to individual behavior. This granular approach, coupled with the strategic use of a fixed seed to ensure reproducibility, allows for the creation of a dataset that is not only complex but also consistently mirroring the randomness observed in the wild.

Our commitment to robustness is manifested in the rigorous validation steps woven into the data generation process. We subjected the resultant datasets to an array of stress tests that mimic the conditions of real-world A/B testing scenarios. This includes sensitivity analysis to fluctuations in user engagement, resistance to various noise levels, and adaptability to shifting base increase percentages. Such comprehensive testing is instrumental in ensuring that our synthetic data withstands the rigors of experimental scrutiny, thereby serving as a steadfast foundation for the exploration of A/B testing methodologies.

In concert, these deliberate and thoughtful measures coalesce to create a synthetic dataset of unparalleled fidelity and durability. It is a dataset conceived not just to withstand the vicissitudes of analytical challenges but to also yield insights that stand in proxy to the nuanced dynamics of genuine user behavior. Through this endeavor, we lay the groundwork for a more nuanced and accurate understanding of the impacts and implications of A/B testing in a digital ecosystem.

Limitations and Biases in the Simulated Data

The verisimilitude of our synthetic dataset to real-world data is a testament to the meticulous design choices and methodological rigor employed in its creation. However, it is paramount to acknowledge that any simulation, irrespective of its sophistication, inherently carries limitations and potential biases that may impinge upon the results and their interpretation.

A primary limitation lies in the assumption of uniform influence across user attributes such as geographical location and platform usage. While this fosters an analytical simplicity, it may not encapsulate the complex and often non-linear interactions that typify actual user behavior. Real-world data is rife with intricate correlations and interactions, which our model simplifies

to render the simulation tractable. Thus, the extrapolation of our findings to real-world contexts must be approached with a degree of caution, with the understanding that some nuanced dynamics may not be fully represented in the dataset.

Furthermore, the random allocation of users into A/B groups, though designed to mimic the randomness of controlled experiments, does not account for the selection biases that can occur in practice. These biases arise from non-random assignment due to practical constraints or user self-selection, which our model does not simulate. Consequently, the effect estimates derived from our data may differ from those observed in real-world experiments where such biases are present.

The synthetic nature of our dataset also means that it is devoid of the external shocks, such as market trends or global events, that can significantly influence user behavior. Our controlled simulation environment, while advantageous for isolating specific effects, does not capture these externalities. Therefore, the predictive power and generalizability of our findings to scenarios outside the controlled conditions of the simulation may be limited.

Lastly, the introduction of noise and individual variability, though critical for adding realism to the dataset, is based on specific distributions and may not reflect the true heterogeneity of real-world data. The choices of distributions for noise and individual effects are, to some extent, arbitrary and may introduce biases that affect the sensitivity and specificity of A/B testing outcomes.

Phase	Duration	Explanation
Pre-test	14 days (2 weeks)	Captures baseline user behavior prior to the experimental intervention, while filtering out short-term noise.
In-test	14 days (2 weeks)	Measures the user response after the intervention, ensuring direct comparability with the baseline established in the pre-test phase.

A two-week observation period was selected based on the following considerations:

- **Stability of User Behavior:** It is long enough to smooth out daily fluctuations, ensuring that any observed changes are not due to short-term variability.
- **Minimization of External Trends:** A shorter window helps to reduce the influence of long-term external factors that may confound the experimental results.
- **Comparability:** Using the same 2-week window for both pre-test and in-test phases ensures consistent data collection, making it easier to compare user behavior before and after the intervention.

Pre-test and In-test Data

The data processing pipeline is bifurcated into two distinct phases: pre-test and in-test. The pre-test phase data, representing user behavior prior to the experimental intervention, is crucial for establishing a baseline against which the in-test phase data can be juxtaposed. The pre-test data encapsulates the user's interaction within the same predetermined window as the in-test phase

In summary, while our synthetic dataset serves as a robust tool for the exploration of A/B testing frameworks, it is essential to recognize its limitations and inherent biases. Researchers and practitioners should be mindful of these constraints when applying our findings, ensuring that conclusions are drawn with a clear understanding of the dataset's synthetic nature and the assumptions underpinning its generation.

DATA PROCESSING

The efficacy of A/B testing is significantly predicated on the robustness of data processing methodologies. This section delineates the comprehensive approach employed in aggregating user metrics, enhancing the CUPED technique, and detailing the handling of individual user data throughout the pre-test and in-test periods.

Metrics Aggregation

To facilitate a granular understanding of user behavior, we aggregate key user metrics that capture their interactions with the service. The primary metric of interest in this study is the user's click response, serving as a proxy for engagement and interest. User metrics are systematically collected and aggregated over a specified observation window, ensuring a uniform basis for comparison across all participants. The exact length of this window is marked for subsequent specification.

Observation windows for the proposed A/B testing solution. The two-week duration provides a representative sample of user behavior while minimizing the effect of external long-term trends.

CUPED Enhancements

Our methodology harnesses the Covariance Adjustment for Randomized Experiments (CUPED) to mitigate variance and enhance the sensitivity of the A/B test results. To this end, we implement a standard version of CUPED, while supplementing it with gradient boosting techniques to predict potential shifts in the metric of interest. This amalgamation of CUPED and predictive modeling via gradient boosting is poised to refine the accuracy of our variance adjustment, tailoring it to the nuances of our dataset (Cruz-Benito et al. 2018).

Per-user Analysis

A pivotal aspect of our data processing strategy is the per-user analysis, which dissects the individual-level data to discern the nuances of user behavior. For each user, the difference in their click activity between the pre-test and in-test periods is meticulously computed. This delta serves as an instrumental indicator of the change in behavior attributable to the experimental condition

Per-user metrics and their corresponding formulas computed for both pre-test and in-test periods.

Metric	Formula	Description
Retention	$Ret_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \mathbb{I}\{a_{i,t} > 0\}$	For user i , the retention rate is defined as the fraction of days within the observation period in which the user performed at least one action. Here, $\mathbb{I}\{P\}$ is the indicator function that equals 1 if the condition P is true, and 0 otherwise.
ARPU	$ARPU_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{i,t}$	The average revenue per user (ARPU) for user i is the total revenue accumulated over the observation window. When aggregated over all users, this metric provides insight into the revenue efficiency of the experiment.
Average Actions	$\bar{A}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T a_{i,t}$	This metric represents the average number of actions (such as clicks or other interactions) performed by user i per day.
Click Delta	$\Delta C_i = C_i^{\text{in}} - C_i^{\text{pre}}$	The click delta is computed as the difference between the number of clicks in the in-test period (C_i^{in}) and the pre-test period (C_i^{pre}) for user i .

These formulas enable a structured comparison of user behavior across different phases of the A/B test. Each metric is calculated on a per-user basis and can be further aggregated to assess overall trends and differences attributable to the experimental interventions. (Moraga-Díaz and Bravo 2024)

Statistical Analysis

The core objective of the A/B test is to ascertain whether the implementation of a service change within group B leads to a statistically significant variation in user behavior compared to groups A1 and A2. To this effect, a comparative analysis is conducted to evaluate the mean difference in the click metric before and after the service change, across the different user groups.

To ensure robustness, the following hypothesis testing framework and statistical methods are employed:

Hypotheses

For each user group, we define the hypotheses as follows:

$$H_0: \mu_{\text{in-test}} = \mu_{\text{pre-test}}$$

$$H_1: \mu_{\text{in-test}} \neq \mu_{\text{pre-test}}$$

where $\mu_{\text{in-test}}$ and $\mu_{\text{pre-test}}$ represent the mean click metrics during the in-test and pre-test phases respectively. In particular, for the treatment group (group B) relative to the control groups (A1 and A2), the null hypothesis assumes that the intervention has no effect on user behavior.

Testing Procedure

- **Distribution Assessment:** Initially, the distribution of the click metric is examined using visual methods (e.g., Q-Q plots) and formal tests such as the Shapiro-Wilk test to ensure that the normality assumption holds. Variance homogeneity is assessed using Levene's test.

- **Parametric Tests:** If the data distribution meets the normality and homoscedasticity assumptions:

- *Independent two-sample t-test:* Used to compare the means between different groups (e.g., group B vs. groups A1/A2).

- *Paired t-test:* If dealing with paired observations (i.e., the same user's pre-test and in-test metrics), then a paired t-test is appropriate.

- **Non-Parametric Tests:** If the normality assumption is violated, non-parametric alternatives such as the Mann-Whitney U test (for independent groups)

or the Wilcoxon signed-rank test (for paired samples) are adopted.

Confidence Intervals and Significance Level

All statistical tests are conducted at a significance level of $\alpha = 0.05$. Alongside the p-values, 95% confidence intervals for the estimated differences in means are computed to quantify the precision of the treatment effect.

Bootstrap Methods

To further validate the inference and assess the stability of the estimates, bootstrap resampling techniques are employed. This non-parametric approach generates empirical distributions for the test statistics, which is especially useful in cases with non-standard data distributions or limited sample sizes.

Multiple Comparisons Correction

When testing multiple metrics or conducting subgroup analyses, corrections for multiple comparisons (such as Bonferroni or Benjamini-Hochberg adjustments) are applied to control the family-wise error rate and minimize the risk of type I errors.

Regression Analysis and Difference-in-Differences (DID)

As an additional layer of analysis, regression-based methods help adjust for baseline differences and potential confounders. A difference-in-differences (DID) model is employed to isolate the impact of the intervention:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Treatment}_{it} + \beta_2 \text{PreMetric}_i + \epsilon_{it},$$

where:

- Y_{it} is the click metric for user i at time t ,
- Treatment_{it} is a binary indicator (1 for the in-test period, 0 for pre-test),
- PreMetric_i captures the baseline metric for user i , and
- ϵ_{it} is the error term.

Collectively, these hypothesis testing procedures and supplementary statistical methods ensure that our evaluation rigorously assesses the treatment effect. The combination of parametric or non-parametric tests, confidence interval estimation, bootstrap resampling, and regression analysis provides a robust framework for determining the statistical significance of the observed differences in user behavior.

The data processing methods outlined above are specifically tailored to capture and analyze the intricate patterns of user behavior, thereby laying a solid

groundwork for the subsequent phases of the A/B testing framework. By meticulously structuring the data processing phase, we ensure that our experimental design is underpinned by reliable and insightful data, fostering robust and actionable outcomes.

EXPERIMENTAL DESIGN

In this study, our primary objective is to demonstrate that our proposed advanced method increases metric sensitivity in A/B tests when compared to the Standard A/B approach and the CUPED adjustment. To achieve this, we design a series of experiments using synthetic data that simulate both null (A/A test) and treatment (A/B test) scenarios.

Synthetic Data Generation

Synthetic data is generated to mimic real-world experimental settings. The simulated dataset includes critical variables such as pre-test values, in-test values, and covariates like age, engagement score, country, platform, and user segment. For each user:

- A **pre-test value** is produced using a combination of user attributes and a defined noise level.
- An **in-test value** is derived as a linear combination of the pre-test value and an intermediate measurement, then perturbed by a random noise term.
- For users in the treatment group (identified by a label starting with 'b'), a fixed true effect is introduced by scaling the in-test value by a base increase percentage before the addition of noise.

The complete synthetic data generation process is encapsulated in the *generate_synthetic_data* function, which accepts parameters such as number of users, noise level, true effect size, and random seed for reproducibility.

Mathematical Formulation of Synthetic Data

The data generation is explicitly governed by the following formulas:

- **Pre-test Value:**

$$X_{\text{pre-test}} = f(\text{age, engagement_score, country, platform, user_segment}) + \eta, \quad \eta \sim \mathcal{N}(0, \text{noise_level})$$

where f represents a function modeling the combined effects of user attributes.

- **Intermediate Value:**

$$X_{\text{intermediate}} = g(\text{age, engagement_score, country, platform, user_segment}) + \xi, \quad \xi \sim \mathcal{N}(0, \text{noise_level})$$

Here, g captures an intermediate measurement contribution.

- **In-test Value for the Control Group:**

$$X_{\text{in-test}}^{(\text{control})} = \alpha X_{\text{pre-test}} + (1 - \alpha) X_{\text{intermediate}} + \epsilon, \quad \epsilon \sim \mathcal{N}(0, \text{noise_level})$$

where $\alpha \in [0,1]$ determines the weight assigned to the pre-test value.

- **In-test Value for the Treatment Group:** For users in the treatment group (denoted by 'b'), the true effect is introduced as follows:

$$X_{\text{in-test}}^{(\text{treatment})} = (1 + \delta) \alpha X_{\text{pre-test}} + (1 - \alpha) X_{\text{intermediate}} + \epsilon, \quad \epsilon \sim \mathcal{N}(0, \text{noise_level})$$

with δ representing the **base increase percentage** ($\delta > 0$) that quantifies the true effect.

An example call to the data generation function is:

```
generated_data = generate_synthetic_data(
    num_users=100000,
    countries=['US', 'UK', 'DE', 'FR', 'CA', 'AU', 'JP', 'IN'],
    platforms=['iOS', 'Android', 'Web', 'Desktop'],
    user_segments=['Segment_1', 'Segment_2', 'Segment_3', 'Segment_4'],
    ab_groups=['a1', 'a2', 'b'],
    noise_level=1.0,
    base_increase_percentage=0.1,
)
```

Experimental Procedures

Our experimental design comprises two main parts: A/A tests and A/B tests.

A/A Test

The A/A test is conducted on data where all users are sampled from the same underlying distribution (i.e., no true treatment effect is introduced). Under the null hypothesis, any observed differences between groups are purely due to random chance. Therefore, the p-values computed using any of the three methods (Standard A/B, CUPED, and Advanced) should be uniformly distributed. This uniformity confirms that the methods do not produce spurious significance when no systematic difference exists.

A/B Test

The A/B test is structured to simulate a scenario where there is an actual treatment effect:

1. **Group Emulation:** Users are split into two groups: a control group and a treatment group.
2. **Introducing True Difference:** For users in the treatment group, the in-test value is scaled by $(1 + \delta)$ to incorporate a true effect.
3. **Noise Incorporation:** Random noise $\epsilon \sim \mathcal{N}(0, \text{noise_level})$ is added to both groups to mimic variability in real data.
4. **Pre-Test and In-Test Relationship:** The in-test measurements are assumed to be a linear function of the pre-test measurements (weighted by α), supplemented with noise. This assumption is critical for applying variance reduction techniques.

5. **Method Comparison:** Three distinct statistical assessments are performed:

- **Standard A/B Test:** The conventional approach without any modifications.
- **CUPED:** Using pre-test data to reduce variance and improve metric sensitivity.
- **Advanced Method:** Our proposed approach, which is expected to yield lower p-values if a true difference exists.

Summary

In summary, our experimental design leverages synthetic data to rigorously assess and compare the performance of Standard A/B testing, CUPED, and our Advanced Method under both null (A/A) and treatment (A/B) conditions. By varying the noise level and introducing a controlled true effect, we are able to directly evaluate the statistical power and robustness of each method. The A/A tests serve as a crucial baseline, ensuring that any deviations observed in the A/B tests are

attributable to the true treatment effect rather than inherent methodological biases. While our approach is manual, future work could explore automated experimentation frameworks similar to those proposed by Tamburrelli and Margara (Tamburrelli and Margara 2014).

variables: group size, pvalue, noise level, detected effect

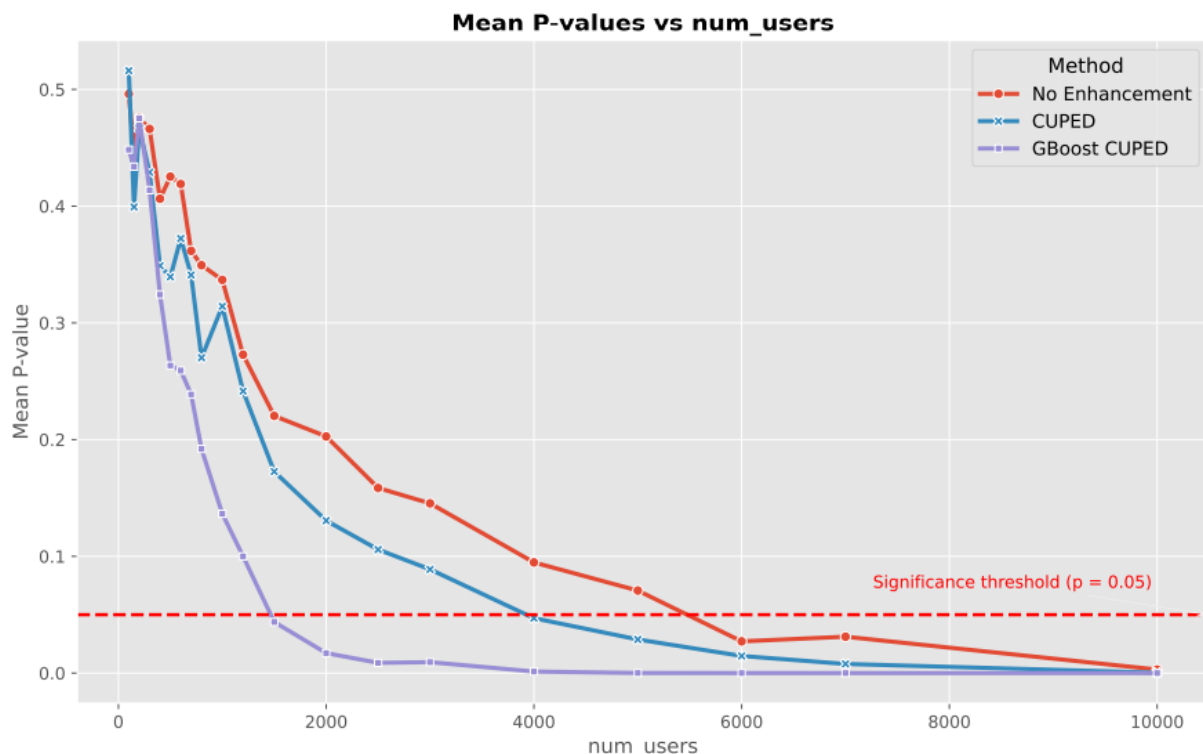
fix 2 values; variate 2 variables, get charts

RESULTS

The new method introduces a significant advance in the sensitivity of our tests. By leveraging advanced signal detection techniques, even subtle changes that are normally obscured by noise can be detected. This improvement is particularly valuable in experimental conditions where traditional methods may not reliably discern faint signals.

The enhanced sensitivity is demonstrated in the example chart in Figure 2. In this figure, the performance improvement is evident under specific experimental conditions. However, it is important to note that while the chart provides a clear illustration of the trend, the actual performance depends on the noise level present in the data and the degree of correlation between current and previous datasets. In scenarios with lower noise and a higher correlation between measurements, the sensitivity gain is more pronounced.

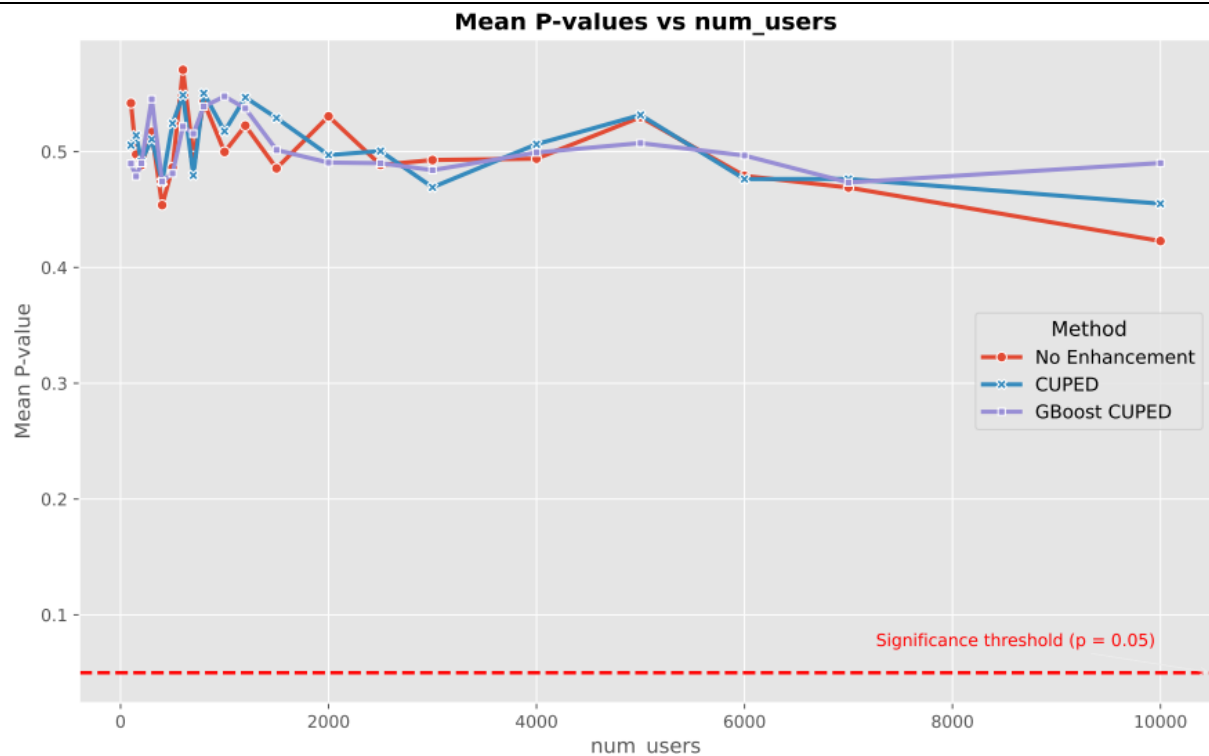
Furthermore, the dependency on noise levels and data correlation highlights the need for careful experimental design. When noise is minimized and correlation is high, the new method performs exceptionally well; conversely, higher noise or weaker correlations may reduce the sensitivity improvement. This understanding is crucial for optimizing our approach across diverse experimental applications.



Example chart illustrating the enhanced sensitivity achieved using the new method. Although this chart serves as an example, the actual performance improvements depend on the noise level and the correlation between current and previous data.

In addition to assessing sensitivity, it is essential to validate the baseline behavior of our testing framework. A critical requirement in A/B testing is that under the null hypothesis (as in an A/A test), the p-values must be uniformly distributed rather than converging to

zero. This uniform distribution confirms that the methodology does not produce false positives when no true treatment effect is present. Figure 3 provides a visual illustration of the A/A test results, showing that the p-values are indeed uniformly distributed. This result is fundamental, as it indicates that the proposed method is correctly calibrated and reliable under null conditions.



Example chart showing that the p-values from an A/A test are uniformly distributed. This indicates that in the absence of a true effect, the metric does not converge to zero, validating the proper calibration of the testing framework.

Software Framework

The A/B Test Advanced Toolkit is an experimental yet powerful software framework designed to streamline A/B testing analysis by integrating robust statistical methods with modern machine learning approaches. Its architecture leverages traditional significance testing, automated metric computation, and innovative variance reduction techniques such as CUPED enhanced with Gradient Boosting (via XGBoost).

For more details on this library, please visit the repository on GitHub: [A/B Test Advanced Toolkit](https://github.com/dmitry-brazhenko/ab-test-advanced-toolkit/) (<https://github.com/dmitry-brazhenko/ab-test-advanced-toolkit/>).

Core Components

- **Data Ingestion and Preparation:**
 - The framework processes three main types of input data: event data capturing user interactions, allocation data detailing experiment group assignments, and, optionally, user properties that provide demographic or behavioral context.
 - Standardized data parsing and validation routines ensure the integrity and consistency of these inputs.
- **Metric Computation:**
 - Automated computation of key performance indicators, including event counts, attribute sums (e.g., revenue), and conversion rates.
 - A modular design supports the effortless extension for custom metrics, making the tool adaptable to various experimental scenarios.

- **Statistical Analysis and Variance Reduction:**

- Classical statistical tests enable reliable comparisons between control and test groups.
- A novel CUPED (Controlled-experiment Using Pre-Experiment Data) method, augmented by Gradient Boosting techniques, is employed to adjust experimental outcomes, thereby reducing variance and enhancing test sensitivity.

- **Reporting and Visualization:**

- Results from the analysis are compiled into visually appealing reports, typically generated in HTML format, which detail both the computed metrics and the results of the statistical analysis.
- These reports are designed to simplify the communication of insights to stakeholders.

- **Extensibility and Modularity:**

- The clear separation of stages—from data ingestion and processing to metric computation and reporting—ensures that the framework remains scalable and maintainable.
- This design allows for seamless integration of additional analytical methods and alternate testing algorithms as needs evolve.

Data Input Formats

To ensure the framework processes the experimental data correctly, the input datasets should conform to the following specifications.

Event Data Event Data Format:

Event Data Format

Field Name	Data Type	Description	Example
EventID	String/Number	Unique identifier of the event	E12345
UserID	String/Number	Unique user identifier	U67890
Timestamp	Date/Timestamp	Time of event occurrence	2023-10-05 14:23:00
EventType	String	Type of event (e.g., click, view)	click
Value	Numeric	Numeric value associated with the event, if applicable	1.00

Allocation Data Allocation Data Format:

Allocation Data Format

Field Name	Data Type	Description	Example
UserID	String/Number	Unique user identifier	U67890
Group	String	Experimental group assignment (control/test)	control
AllocationDate	Date	Date when the assignment was made	2023-10-01

User Properties Data (Optional) User Properties Data Format:

User Properties Data Format (Optional)

Field Name	Data Type	Description	Example
UserID	String/Number	Unique user identifier	U67890
Age	Integer	Age of the user	35
Gender	String	Gender of the user	Male
Location	String	Geographic location	New York

Workflow Overview

The typical workflow of the framework follows these stages:

1. **Data Loading:** Import and structure the event, allocation, and user property data into standardized formats.
2. **Preprocessing:** Conduct data cleaning and validation to prepare the datasets for analysis.
3. **Metric Calculation:** Compute various behavioral and performance metrics automatically.
4. **Variance Adjustment:** Apply the CUPED strategy, enhanced with Gradient Boosting, to reduce noise and adjust for pre-experiment bias.
5. **Reporting:** Consolidate and format the enhanced metrics and statistical outcomes into reports for analysis and decision-making.

Design Considerations

The framework has been developed with several key principles in mind:

- **Accuracy:** High precision in metric computation and statistical testing through stringent data validation and robust analytical procedures.
- **Flexibility:** A modular architecture that adapts easily to varied experimental requirements, accommodating diverse data structures and custom analyses.
- **Efficiency:** Optimized data processing and analysis routines ensure timely feedback, which is crucial for operational A/B testing in dynamic environments.

- **Transparency:** Each step in the analytic pipeline is designed to be reproducible and transparent, providing clear insights into the derivation of experimental conclusions.

In summary, the software framework behind the A/B Test Advanced Toolkit represents an innovative fusion of statistical rigor with machine learning flexibility, making it a comprehensive solution for modern experimentation challenges.

LIMITATIONS OF THE STUDY

This study acknowledges a series of assumptions and methodological decisions that introduce certain limitations to the generalizability and interpretation of the results. Key aspects to consider when analyzing the conclusions of this work are presented below.

Methodological Limitations

The use of CUPED in conjunction with gradient boosting was chosen based on the structure of the available data to analyze the results of the A/B testing. While this method can reduce variability and increase the accuracy of testing outcomes, its effectiveness may vary depending on the characteristics of the specific dataset. Thus, the results may not be fully applicable to other scenarios or data not considered in this study.

Example if we do not have pre-test data or no data about users at all. Or it is not correlated at all with data in test, so we cannot reduce variance

Data Sampling

The study utilizes data generated through simulation. Although this allows for control over many parameters and the isolation of key effects, real user data may contain noises and anomalies not accounted for in

simulated data. Therefore, results obtained from simulated data may differ from those obtained using real user data.

External Factors Influence

The research was conducted under a set of conditions that may not fully reflect the external factors affecting real-life user behavior. External events, such as economic changes or technological shifts, which can influence the outcomes of A/B testing, were not considered.

For example if let's say some weather application and there is a hurricane, so it will break all patterns and will not work at all

Assumptions

Certain assumptions were made to analyze the results of the A/B testing, such as that user behavior remains stable throughout the testing period. Changes in user behavior that are not related to the tested changes could introduce distortions in the results.

main assumption is that there are a set of predetermined pre test factors that can correlate with in-test values. In study it was assumed that such factors may include social and other params such as age, device type, etc. However grouping can be another

Recommendations for Future Research

Based on the identified limitations, future research can focus on extending the applicability of the proposed methodology and testing it against real user data. Furthermore, investigating the impact of external factors that can influence user behavior and, consequently, the results of A/B testing is an important step.

Future research must test this on real data. current research is theoretical and it was not possible to get real data from any company. However, limitations when this approach would work, is still applicable

CONCLUSION

This study presents a novel approach to enhancing the sensitivity of A/B testing through advanced signal detection techniques. The results demonstrate a significant improvement in detecting subtle changes, particularly in experimental conditions where traditional methods may fall short. The enhanced sensitivity, as illustrated in Figure 2, shows promise for more accurate decision-making in various experimental applications.

Key findings include:

- Improved sensitivity in detecting subtle changes, especially in low-noise, high-correlation scenarios.
- Proper calibration of the testing framework, as evidenced by the uniform distribution of p-values in A/A tests (Figure 3).
- The importance of careful experimental design, considering noise levels and data correlation for optimal performance.

However, it is crucial to acknowledge the limitations of this study. The use of simulated data, while allowing for controlled parameter manipulation, may not fully capture the complexities of real-world user behavior. The effectiveness of the CUPED method combined with gradient boosting may vary depending on dataset characteristics, and the study's assumptions about stable user behavior and predetermined pre-test factors may not always hold in dynamic real-world scenarios.

Despite these limitations, this research provides a solid foundation for improving A/B testing methodologies. Future work should focus on validating these findings with real user data, investigating the impact of external factors on test results, and exploring the applicability of this approach across diverse experimental contexts. By addressing these areas, we can further refine and expand the utility of this enhanced A/B testing methodology in practical applications.

References

1. Aladsani, Muneera, Henry Burton, Saman Abdullah, and John Wallace. 2021. "Machine Learning Driven Drift Capacity Model for Reinforced Concrete Walls." Special Publication 350: 16–26. <https://www.concrete.org/publications/international-concreteabstractsportal.aspx?m=details&id=52021041>.
2. Chen, Tianqi, and Carlos Guestrin. 2016. "XGBoost: A Scalable Tree Boosting System." In Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 785–94. San Francisco, CA, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>.
3. Cruz-Benito, Juan, Andrea Vázquez-Ingelmo, José Carlos Sánchez-Prieto, Roberto Therón, Francisco José García-Peñalvo, and Martín Martín-González. 2018. "Enabling Adaptability in Web Forms Based on User Characteristics Detection Through A/B Testing and Machine Learning." IEEE Access 6: 75673–84. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2882136>.
4. Deng, Alex, Luke Hagar, Nathaniel Stevens, Tatiana Xifara, Lo-Hua Yuan, and Amit Gandhi. 2023. "From Augmentation to Decomposition: A New Look at CUPED in 2023." arXiv Preprint arXiv:2312.02935. <https://arxiv.org/abs/2312.02935>.
5. Deng, Alex, Ya Xu, Ron Kohavi, and Toby Walker. 2013. "Improving the Sensitivity of Online Controlled Experiments by Utilizing Pre-Experiment Data." In Proceedings of the Sixth ACM International Conference on Web Search and Data Mining, 123–32. WSDM '13. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2433396.2433413>.
6. Dorogush, Anna Veronika, Vasily Ershov, and Andrey Gulin. 2018. "CatBoost: Gradient Boosting with Categorical Features Support." arXiv Preprint arXiv:1810.11363. <https://arxiv.org/abs/1810.11363>.
7. Kohavi, Ron, Roger Longbotham, Dan Sommerfield, and Randal M Henne. 2009. "Controlled Experiments on the Web: Survey and Practical Guide." Data Mining and Knowledge Discovery 18 (1): 140–81. <https://doi.org/10.1007/s10618-008-0114-1>.
8. Moraga-Díaz, Roberto, and Jaime Jofre Bravo. 2024. "Data-Driven Sustainable Growth and Continuous Experimentation." <https://doi.org/10.20944/preprints202409.2054.v1>.
9. Natekin, Alexey, and Alois Knoll. 2013. "Gradient Boosting Machines, a Tutorial." Frontiers in Neurobotics 7 (December): 21. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2013.00021>.

10. Tamburrelli, Giordano, and Alessandro Margara. 2014. "Towards Automated A/B Testing." In *Search-Based Software Engineering*, edited by Claire Le Goues and Shin Yoo, 8636:184–98. *Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09940-8_13.
11. Xie, Huizhi, and Juliette Aurisset. 2016. "Improving the Sensitivity of Online Controlled Experiments: Case Studies at Netflix." In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 651–58. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939733>.
12. Xu, Ya, Nanyu Chen, Addrian Fernandez, Omar Sinno, and Anmol Bhasin. 2015. "From Infrastructure to Culture: A/B Testing Challenges in Large Scale Social Networks." In *Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 2227–36. <https://doi.org/10.1145/2783258.2788602>.

АВТОМАТНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОСНОВНЫМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССОМ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Юлдашева Г.К.

студент магистратуры

Юсупов Ф.

к.т.н., доцент

Хайтбаева Д.З.

Ассистент

*Ташкентский университет информационных
технологий имени Мухаммада ал-Хорезми,*

Ургенчский филиал

AUTOMATED MATHEMATICAL MODEL OF OPERATIONAL CONTROL OF THE MAIN PRODUCTION PROCESS OF GRAIN PROCESSING ENTERPRISES

Yuldasheva G.,

Master's student

Yusupov F.,

t.f.n, dotsent

Khaytbaeva D.

assistant teacher

*Urgench branch of Tashkent University of Information
Technologies named after Muhammad al-Khorezmi*

DOI: [10.5281/zenodo.15654668](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654668)

Аннотация

Рассматривается один из основных задач, стоящей перед работниками мукомольной промышленности, является повышение эффективности управления с целью стабилизации выхода готовой продукции. Решение этой задачи невозможно без применения автоматизированной системы управления технологическими процессами помола зерна. Предлагается автоматная модель, которая будет использоваться для имитационного моделирования технологического процесса зерноперерабатывающего предприятия.

Abstract

One of the main tasks facing workers in the flour-milling industry is considered, which is to increase management efficiency in order to stabilize the output of finished products. The solution to this problem is impossible without the use of an automated control system for grain milling technological processes. An automatic model is proposed that will be used for imitation modeling of the technological process of a grain processing enterprise.

Ключевые слова: математическая модель, оперативное управление, математическая формализация технологического процесса, оптимальная загрузка оборудования, обобщенная операция.

Keywords: mathematical model, operational control, mathematical formalization of the technological process, optimal equipment loading, generalized operation.

Введение

Повышение качества оперативного управления является наиболее существенным фактором эффективности любых производственных систем, в том числе зерноперерабатывающих предприятий (ЗПП). В рамках оперативного управления одной из важнейших проблем является проблема планирования загрузки оборудования, т.е. определения структуры комплекса технических средств (модулей) и упорядочение работ на выбранной структуре производственных модулей (календарное планирование). Планирование обеспечивает взаимодействие совокупности элементов управляемого объекта для достижения заданных целей, главная из которых заключается в организации согласованного во времени и маршрутно-ориентированном пространстве движения модификации перерабатываемой партии хлопка-сырца в производстве. Значимость и слож-

ность задач управления обусловлена их иерархической структурой, функциональными особенностями, динамичностью, необходимостью эффективного использования дорогостоящего оборудования.

Заметное в последнее время возрастание интереса к вопросам построения оптимальных расписаний для различных обслуживающих систем обусловлено существенным повышением уровня автоматизации всех видов человеческой деятельности, в том числе и управления этой деятельностью зерноперерабатывающих предприятий. Качество функционирования современного производства во многом определяется решениями, принимаемыми на этапах календарного планирования и оперативного управления. Наряду с улучшением качеств плановых решений все более жесткими становятся требования к сокращению сроков их выработки, повышению оперативности и гибкости управления.

Обзор литературы.

В работе [1] «получена математическая модель, позволяющая оценить возможность проведения мероприятий по улучшению качественного завершения производственного многофазного процесса с последовательно зависимыми стадиями на основе вероятностного подхода, отличающаяся многоуровневым характером постановки задачи и обеспечивающая возможность учета эффективности воздействия на оценку качества стадий».

В работе [2] разработан математическая модель, позволяющей автоматизировать процессов определения и обеспечения полной функционально-параметрической совместимости компонентов производственно технологических модулей с вязкоупругими звеньями в динамическом управлении.

В работе [3] предлагается способ управления технологическим процессом холодного кондиционирования зерна, основанный на точном измерении параметров исходного сырья с помощью специально разработанных средств и контроле динамики изменения влажности зерна в бункере отволаживания, что позволяет стабилизировать качество партии и увеличить производительность отделения холодного кондиционирования.

Исследуемый непрерывный технологический процесс ЗПП является многоступенчатым процессом с последовательно-параллельной структурой. Известно, что сложность математической модели производственного процесса определяется количеством структурных элементов и конфигурацией связей между ними [4].

Для математического описания функционирования оперативного управления зерноперерабатывающим производственным процессом следует разработать математическую модель, которая позволила бы учитывать динамику функционирования производственного процесса ЗПП и единообразно описать все множество свойств и состояний элементов производственного процесса.

Модель объекта.

Представим производственный процесс ЗПП как объект управления в виде кортежа:

$$P = \langle S, T, U, Y, \varphi, \eta \rangle, \quad (1)$$

где S – пространство состояний системы; T – множество моментов времени; U – множество управляющих воздействий (оперативное управление ресурсами, контроль и регулирование хода производства в течение временного интервала T); Y – множество выходных величин (модификации конечных продуктов муки); $\varphi: T \times S \rightarrow S$ – переходная функция состояния (определяет изменение оперативного положения интенсивности запуска модификации перерабатываемой помольной партии зерна на производственный процесс в любой момент времени из множества T); $\eta: T \times S \rightarrow Y$ – выходное отображение, определяющее динамику выходных величин (модификации конечных продуктов муки по качеству и количеству в любой момент времени из множества T).

Эффективность функционирования оперативного управления производственным процессом ЗПП во многом зависит от состояния единиц оборудования, наличия заделов (промежуточных продуктов) и пневмотранспортных средств, осуществляющих транспортировку исходного сырья зерна и промежуточных продуктов (дунстов зерна). Представим пространство состояний S производственной системы ЗПП в виде кортежа, состоящего из параметров состояний единиц оборудования (ЕО) N , пневмотранспортных средств (ПТС) R и параметров состояния заделов, промежуточных продуктов Z :

$$S = \langle N, R, Z \rangle, \quad (2)$$

Состояние единиц оборудования N определяется вектором:

$$N = (s_k^n, \alpha_{ik}^n, q_{ik}^n, t_{ikn}^n, t_{ikk_n}^n, t_{\phi, \text{пол}}^n), \quad (3)$$

где s_k^n – лингвистическая переменная, характеризующая состояние n -ой ЕО, со следующими допустимыми значениями: «ПР» – простой, «ОС» – обработка сырья (помольной партии зерна), «Н» – неисправно; α_{ik}^n – обработка k -ой модификации помольной партии зерна для получения i -го конечного продукта на n -ой ЕО (когда она находится в состоянии «ОС»); q_{ik}^n – количество k -ой модификации помольной партии зерна для получения i -го конечного продукта в ожидании к n -ному станку (когда он находится в состоянии «ПР» или «Н»); t_{ikn}^n – время начало обработки k -ой модификации помольной партии зерна для получения i -го конечного продукта на n -ой ЕО; $t_{ikk_n}^n$ – время

окончания обработки k -ой модификации помольной партии зерна для получения i -го конечного продукта на n -ой ЕО; $t_{\phi, \text{пол}}^n$ – время фиксации поломки, переналадки, простоя и т.д.

С учетом введенных выше обозначений математическую модель функционирования единицы оборудования основного производственного процесса ЗПП можно представить на основании теории автоматов в следующем виде:

$$A = \{V^n, S^n, Y^n, P^n\}, \quad (4)$$

где $V^n = \{v^n\}$ – множество входных сигналов (под входными сигналами автомата подразумеваем сигналы, отмечающие выполнение очередного этапа цикла функционирования единицы оборудования: окончание обработки перерабатываемой помольной партии зерна, поступление новой перерабатываемой помольной партии зерна, поломка станка; $S^n = \{s^n\}$ –

множество состояний основного производственного процесса ЗПП; $Y^n = \{V_{обр}^n\}$ - множество выходов (количество переработанной помольной партии зерна n -ным станком); $P^n = \{V^n, S^n\}$ - функция переходов – определяет новое состояние при текущей комбинации имеющегося состояния и нового входного сигнала.

Определим набор входных сигналов автомата:

$V_{ок.обр}^n$ - окончание обработки перерабатываемой помольной партии зерна; $V_{н.нп}^n$ - поступление новой помольной партии зерна на переработку; V_n^n - выход из строя оборудования по причине неисправности.

Поскольку выше указанные событие (за исключением выхода из строя) происходит циклически, в каждый момент времени истинным может быть только один входной сигнал. Сигнал неисправности должен играть роль запрета и выводит данный экземпляр автомата из списка действующих.

Определим далее функция переходов $P^n = f\{V^n, S^n\}$ автоматной модели функционирования ЕО, как выбор преобразованной, каждое из которых определяет изменение состояния модели ЕО после определенного события, причем отсутствие одной из переменных при описании состояния обозначим O .

После простоя в ожидании поступления новой помольной партии модификации зерна ($V_{н.нп}^n = 1$), станок переходит к обработке сырья «ОС» и состояние модели N изменяется следующим образом:

$$N(t) = ("OC", a_{ик}^n(t), y_{ор}^n(t-1), t_{ик}^n, O). \quad (5)$$

После того, как станок обработал сырьё ($V_{ок.обр}^n = 1$) и простаивает в ожидании поступления новой помольной партии зерна, состояние N изменяется следующим образом:

$$N(t) = ("PP", a_{ик}^n(t-1), y_{ор}^n, O, (t-1)_{ик}^n, O). \quad (6)$$

После того, как была обнаружена неисправность единицы оборудования $N(V_n^n = 1)$, ее состояние изменяется следующим образом

$$N(t) = ("H", a_{ик}^n(t-1), y_{ор}^n(t-1), O, O, t_{ф.пол}^n). \quad (7)$$

Совокупность выражений (5) – (7) определяет функцию переходов автоматной модели для единицы оборудования.

Аналогично определяется функции переходов автоматной модели для объекта промежуточного продукта, а также для пневмотранспортных средств производственного процесса ЗПП.

Заключения.

Разработанная математическая модель функционирования основного производственного процесса ЗПП на основе теории автоматов, отличается от существующих применением автоматного описания состояний и процессов производственного процесса ЗПП с учетом временных и технологических параметров. Модель может быть использована как основа для имитационного моделирования функционирования основного производственного процесса ЗПП и синтеза оперативных управляющих решений по оперативно-диспетчерскому управлению, регулированию, контролю хода производства.

Список литературы

1. Сафонова Юлия Александровна, Мачтаков Сергей Геннадьевич, Скрогутунов Дмитрий Александрович Разработка математической модели оперативного управления качеством производственного процесса // Современные материалы, техника и технологии. 2018. №5 (20). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-matematicheskoy-modeli-operativnogo-upravleniya-kachestvom-proizvodstvennogo-protsessa> (дата обращения: 05.06.2025).
2. Набиев С. Б. Математическая модель автоматизации процессов определения и обеспечения функционально-параметрической совместимости компонентов производственно-технологических модулей (ПТМ) с вязкоупругими звеньями в динамическом управлении//XXI Международная научно-методическая конференция «Информатика: проблемы, методы, технологии». Сборник материалов. – Воронеж, 2021. – с. 506-516.
3. Подгорный С. А. Автоматизация контроля и управления холодным кондиционированием зерна перед помолом: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06: Краснодар, 2005 148 с. РГБ ОД, 61:05-5/1986.
4. Бутковский В.А., Мерко И.А., Мельников Е.М. Технологии зерноперерабатывающих производств. - М.: Интеграфсервис, 1999. - 472 с.

EARTH SCIENCES

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЯВЛЕНИЙ ПОДТОПЛЕНИЙ И ПРЕДВЕСТНИКОВ САМОВОЗГОРАНИЙ НА ОСУШЕННЫХ ПОЧВАХ ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

Ефимов В.Б.

Старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины, Харьков

Бычков Д.М.

Старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины, Харьков

Яцевич С.Е.

Старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины, Харьков

Яцевич Е.И.

Научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины, Харьков

MANIFESTATIONS OF UNDERFLOODINGS AND HARBINGERS OF SPONTANEOUS IGNITIONS ON DRAINED-OUT WETLANDS INVESTIGATION BY REMOTE METHODS

Yefimov V.,

Senior Research Scientist, Ph.D. in Radio Physics, Usikov Institute of Radiophysics and Electronic, NAS of Ukraine, Kharkov

Bychkov D.,

Senior Research Scientist, Ph.D. in Radio Physics, Usikov Institute of Radiophysics and Electronic, NAS of Ukraine, Kharkov

Yatsevich S.,

Senior Research Scientist, Ph.D. in Radio Physics, Usikov Institute of Radiophysics and Electronic, NAS of Ukraine, Kharkov

Yatsevich E.

Ph.D. in Radio Physics, Usikov Institute of Radiophysics and Electronic, NAS of Ukraine, Kharkov

DOI: [10.5281/zenodo.15654676](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654676)

Аннотация

В статье анализируются результаты отработки метода диагностики проявлений переувлажнения покрытых травостоем ранее осушенных заболоченных почв, а также зон низкотемпературного окисления и самонагрева органических веществ, предшествующего их самовозгоранию, путем комбинированной суточной и сезонной радиолокационно – радиотепловой (термальной ИК) авиационной съемки авиационным комплексом АКДЗ-30. Оработка проводилась в условиях сухого осеннего сезона и зимой, когда вегетация в растительности в основном прекращена.

Abstract

The paper analyzes the results of diagnosing manifestation techniques of covered with the grass stand dried-out wetlands over-wetted areas and organic substances low-temperature oxidation and self-heating zones by consecutive day-time and night-time and seasonal radar – thermal IR aviation remote sensing complex ACRS-30 surveys. The investigations were held in winter and dry autumn season conditions, whether vegetation processes in crops mostly stopped.

Ключевые слова: влажность, почва, низкотемпературное окисление и самонагревание торфа, дистанционное зондирование, ИК и СВЧ данные, обработка данных.

Keywords: over-wetted soil, low-temperature oxidation and self-heating of organic substances, remote sensing, thermal IR and radar microwave data, data processing.

Введение

Значительная часть территории Украины покрыта заболоченными почвами. В настоящее время осушено 3273,6 тыс. га, или 49,8% болотно-мелиоративного фонда Украины (Болота Украины [сайт]. URL: <http://molodan.org.ua/boloto.html>). Ещё 2500 тыс. га можно условно отнести к землям, прилегающим к осушенным массивам и подверженным

влиянию сложных процессов осушительных мелиораций. Примерно каждый шестой гектар осушенных земель находится в неблагоприятном мелиоративном состоянии и около 70 тыс. га земель переосушены. Например, на Черниговском Полесье заболоченность достигает 5 % и преобладают болота низменного типа. В их состав входят несколько болотных массивов, где издавна разрабатываются отложения торфа с мощностью пластов

от 1,5 до 6 м. Система мелиоративного водоотвода, позволявшая раньше понижать уровень подповерхностных вод, и, соответственно, существенно уменьшать площадь переувлажненных земель и площадей, занятых болотами, в значительной степени запущена. Часть дренажных каналов заброшена, заросла камышом, и не выполняет задач, возлагаемых на мелиоративную систему. Из-за нарушения расчетной сбалансированности системы водоотведения на некоторых участках развиваются такие опасные процессы как переувлажнение ранее осушенных заболоченных почв, а на некоторых (переосушенных) - самовозгорание торфяников, которые оказывают существенное воздействие, как на сельскохозяйственную деятельность, так и на состояние экологии значительной части Украины. Необходимо развитие систем оперативного обнаружения таких процессов.

Экспериментальные исследования и обработка результатов. Особенности подповерхностного горения торфа в заболоченных почвах

Как известно (Горная энциклопедия. Подземный пожар [сайт]. URL: <http://www.mining-enc.ru/s/samovozgoranie-torfa>), в находящихся в заболоченных почвах слоях торфа весьма вероятно возникновение подземных пожаров. Торфяные пожары обычно возникают, когда уровень грунтовых вод понижается, и торфяные пласты высыхают. Опасность торфяного пожара заключается в том, что горит торфяной слой глубоко под землей. Очаг тления может находиться на глубине от 0,3 до нескольких десятков метров. Торфяные пласты могут гореть без доступа воздуха с поверхности, что затрудняет тушение торфяных пожаров. Самовозгоранию торфа всегда предшествует более или менее длительный процесс низкотемпературного окисления и самонагрева, скорость которого определяется химической активностью торфа, условиями притока воздуха и возможностью отдачи тепла в окружающую среду. Склонность торфа к самовозгоранию зависит от его ботанического состава, степени разложения и физико-химических свойств. За первые 30-40 суток температура в слое торфа повышается на 3-5°C, в последующие 10-30 дней рост температуры ускоряется от 0,5 до 4,5°C/сутки и более. Самонагревание скоплений торфа при температурах до 60-65°C происходит преимущественно в результате жизнедеятельности микроорганизмов, а также окисления легко окисляющихся продуктов их жизнедеятельности и восстановленных веществ, которые накапливаются в анаэробных условиях. При температуре, превышающей 60°C, торф в течение нескольких дней превращается в полукокс, способный энергично взаимодействовать с кислородом воздуха. Поэтому дальнейшее повышение температуры торфа происходит преимущественно в результате его окисления кислородом и приводит к самовозгоранию торфа.

В связи с тем, что процессы низкотемпературного окисления и самонагрева, происходят, в основном, в приповерхностных слоях в условиях избытка кислорода, положительные аномалии температурного поля в приповерхностных слоях и на

земной поверхности могут достигать значений от единиц до нескольких десятков градусов. По данным (Шилин и др., 1971) очаги подземных пожаров на земной поверхности отслеживаются на глубинах до 15м.

Для дистанционного выявления подповерхностных тепловых аномалий используется тепловая ИК съемка, так, например, по результатам съемки полигонов по захоронению бытовых отходов в (Контроль состояния торфяников, лесных массивов и полигонов по захоронению бытовых отходов [сайт]. URL: <http://www.aerogeo.ru/index.php?option=com...view...>) делается вывод: «Тепловая ИК съемка - единственный дистанционный метод, выявляющий очаги подземного самовозгорания на ранней стадии их зарождения».

Энергетический баланс открытой (не покрытой растительностью) поверхности Земли может быть представлен в виде (Чудновский, 1976):

$$(1-\alpha_{shw})L_{\Sigma shw}=L_{efflw}+L_{conv}+L_{ev}+L_{soil},$$

где $L_{\Sigma shw}$ - поток суммарной коротковолновой радиации у земной поверхности; α_{shw} - коротковолновое альbedo; L_{efflw} - эффективное (с учетом противозлучения атмосферы) длинноволновое излучение земли; L_{conv} - конвективный поток тепла в воздух; L_{ev} - поток тепла, расходуемый на испарение; L_{soil} - поток тепла в грунте.

Хорошо видно, что для открытой почвы вариации коротковолнового и длинноволнового альbedo ее поверхности, коэффициентов теплопоглощения, теплоемкости, теплопроводности и теплоизлучения (вызванные изменениями ее влажности, а также подповерхностными эндогенными процессами) непосредственно отображаются в интенсивности регистрируемого ИК излучения.

Для оценки температурных аномалий земной поверхности, возникающих вследствие процессов низкотемпературного окисления и самонагрева в приповерхностных слоях грунта органических веществ на глубинах 0-15 м, учитывая, что горизонтальные размеры зон окисления на два-три порядка превышают их мощность, в (Вульфсон, 2000) рассмотрена одномерная задача теплопроводности. При этом сделаны следующие допущения: Интенсивность тепловыделения B_0 , обусловленная жизнедеятельностью микроорганизмов, окисляющих органические вещества в центральной части месторождения, постоянна в интервале глубин $z_1 - z_2$ и отсутствует вне этой области. Влиянием вертикального конвективного переноса тепла можно пренебречь. Теплофизические характеристики грунта не зависят от глубины и постоянны во времени. Нижняя граница рассматриваемой области расположена глубже зоны распространения сезонных колебаний температуры грунта. Тепловой поток над зоной низкотемпературного окисления и самонагрева

$-\lambda_a \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=1} = q_r + q_{ga}$, где q_{ga} - составляющая, обусловленная генерацией и перераспределением теплового потока в зоне низкотемпературного окисления и самонагрева; q_r - региональный тепловой

поток, не нарушенный процессами низкотемпературного окисления и самонагревания. Над фоном

$$-\lambda_b \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=1} = q_r. \text{ При этом разность мгновенных ра-}$$

диационных температур поверхности над центром зоны низкотемпературного окисления и самонагревания и на фоне (с учетом того, что при проведении дистанционной ИК - съемки радиометр позволяет фиксировать радиационную температуру поверхности, связанную с ее термодинамической температурой, соотношением $T_{\text{rad}} = \sqrt[4]{\varepsilon} T_g$, где ε - коэффициент излучающей способности подстилающей поверхности) равна:

$$T_{\text{rad}}^a - T_{\text{rad}}^b = \sqrt[4]{\varepsilon} \left(T_e^a + \frac{q'_{ga} + q_r + q_m^a}{N^a} \right) - \sqrt[4]{\varepsilon} \left(T_e^b + \frac{q_r + q_m^b}{N^b} \right),$$

где $q_m = N(\Omega(t) - \Omega_i(t))$, $q'_{ga} = q_{ga} + B_0(z_2 - z_1)$, N - коэффициент теплообмена.

При эквивалентных условиях теплообмена и равенстве излучающих способностей подстилающей поверхности на фоне и над аномальной зоной разность $T_{\text{rad}}^a - T_{\text{rad}}^b$ будет представлять аномалию радиационной температуры, обусловленную составляющей теплового потока q'_{ga} , генетически связанной с аномальной зоной низкотемпературного окисления и самонагревания: $\Delta T_{\text{rad}} = T_{\text{rad}}^a - T_{\text{rad}}^b =$

$$\sqrt[4]{\varepsilon} \frac{q_{ga}}{N}.$$

Особенности проявления подповерхностных тепловых аномалий, вызванных процессами подтопления и низкотемпературного окисления и самонагревания в заболоченных почвах покрытых растительностью

В случае же почвы покрытой растительностью все намного сложнее. В такой сложной системе, как при инсоляции в дневное время, так и при ночной генерации длинноволнового ИК - излучения, происходят процессы многократного рассеяния и абсорбции. Это дает возможность дистанционного обнаружения и идентификации проявлений подповерхностных тепловых аномалий в почве в зависимости от соотношения реальных коэффициентов излучения и поглощения компонентов системы почва - растительный покров - атмосфера.

Воздействие комплекса влияющих факторов, включая падающее коротко- и длинноволновое излучение, воздушную температуру, влажность, и ветер на соответствующей высоте, объединяются различными моделями, например, упрощенной моделью простой биосферы SSiB (Xue Y, 1991). Около 20 параметров растительности и почвы необходимы в этой модели для определения тепловлагообмена в почве покрытой растительностью. В модели SSiB учитываются три слоя почвы, один слой растительного покрова и восемь прогностических переменных, включая влажность для трех слоев почвы (0.02, 0.48, и 1.1 m), водное содержание, сохраненное растительным покровом, снегом на земле, и температура покрова. Используются две

температуры почвы: температура поверхности почвы и температура на глубине почвы. Модель учитывает устьичное сопротивление растительности (r_c), сопротивление почвы (r_{soil}), и сопротивление граничного слоя растительного покрова (r_b), и два аэродинамических сопротивления, управляющих обменом импульсами, тепла, и влаги между атмосферой и поверхностью земли. Очевидно, что такой набор необходимых параметров может быть определен только при контактных измерениях на ограниченных площадках. При дистанционном выявлении проявлений тепловых подповерхностных аномалий приходится использовать экспериментальные результаты.

В (Степи России. [сайт]. URL: <http://www.tdruv.ru/ecoteplo42.html>) рассмотрены результаты экспериментов по определению распределения температур «типа инсоляция» (днем) и «типа излучения» (ночью) для почвы, покрытой растительностью с преимущественно горизонтальной ориентацией листьев и преимущественно вертикальной, в зависимости от высоты растительности. Показано, что в режиме инсоляции слой растительности с преимущественно горизонтальной ориентацией листьев высотой более 30 – 40 см уже прогревается значительно сильнее почвы, допуская к ней все меньше солнечного излучения. Для растительности с преимущественно вертикальной ориентацией листьев подобный эффект начинает проявляться при высоте растительности более 100 - 120 см. Но максимумы температуры здесь не так велики, видимо, влияет и то, что в такие посевы может проникать ветер, перемешивая нижние слои воздуха.

В режиме же излучения картина совершенно другая - для растительности с преимущественно горизонтальной ориентацией листьев сохраняются более или менее характерные кривые распределения температуры по высоте «типа излучения», при этом почва выхолаживается (т.е. отдает тепло) существенно меньше чем открытая почва. Для растительности с преимущественно вертикальной ориентацией листьев излучение происходит и с поверхности почвы, и с поверхности травостоя, и из его глубины.

Эти результаты, принципиально не исключают возможность дистанционного наблюдения тепловых аномалий покрытой растительностью почвы. Необходимо также принять во внимание, что эти измерения проводились для развивающейся растительности в режиме вегетации, при котором на распределение температур в системе почва – растительность активно влияют потоки как явного, так и скрытого тепла.

Для определения опасных процессов в почве с учетом влияния растительного покрова, например, целесообразно комбинировать методы радиотеплового (т.е. термального ИК) пассивного и активного СВЧ радиолокационного дистанционного зондирования (Иванов, 2012).

Для определения интенсивности рассеяния радиолокационных сигналов поверхностью суши по-

крытой растительностью наиболее распространенной является модель покровного облака (Attema, Ulaby, 1978; Hoekman et al, 1982), разработанная как для однослойного покрытия, так и для многослойных типов покрытий различных сельскохозяйственных культур. Модель отработывалась для диапазона радиолокационного зондирования 8-18 ГГц и 35 ГГц.

В рамках данной модели сигнал, отраженный от почвы, испытывает двукратное ослабление из-за прохождения сквозь слой растительности. Кроме того, слой растительности вносит свою компоненту в рассеянный сигнал из-за объемного рассеяния в нем. Компоненты рассеянного почвой и растительностью сигнала можно считать некогерентными и, если пренебречь вкладом за счет многократного переотражения в слое растительности, то суммарная УЭПР ($\sigma^0_{\text{покр}}$) покрова:

$$\sigma^0_{\text{покр}}(\theta) = \sigma^0_{\text{раст}}(\theta) + \sigma^0_{\text{поч}}(\theta)/L^2(\theta),$$

где $\sigma^0_{\text{раст}}(\theta)$ - УЭПР растительности, $\sigma^0_{\text{поч}}(\theta)$ - УЭПР границы растительность-почва, $L(\theta)$ - коэффициент ослабления поля в слое растительности:

$$L(\theta) = 1/\gamma(\theta) = 1/\exp(-k_z h \sec \theta),$$

где: $\gamma(\theta)$ - коэффициент передачи энергии в слое, k_z - погонное затухание в слое, h - высота растительного покрова, θ - угол падения.

На частотах выше 8 ГГц при $\theta \geq 30^\circ$ удельный вклад растительности оказывается преобладающим, в то время как на более низких частотах и при

$\theta = 10...30^\circ$ более заметным является вклад рассеяния почвой (Kulemin et al, 1989), интенсивность которого является функцией шероховатости и комплексной диэлектрической проницаемости почвы ϵ , которая связана с объемным влагосодержанием почвы эмпирической моделью Халликайнена (Hallikainen et al, 1985).

Экспериментальные результаты мониторинга проявлений подтоплений и предвестников самовозгораний на осушенных почвах

На рис. 1а представлено радиотепловое (термальное ИК) изображение участка ранее осушенной заболоченной почвы (расположенного в Нежинском районе Черниговской области Украины, участок ограничен с севера селами Червоный Остер и Червоная Украина, двумя лесными массивами и с юга рекой Остер), полученное ИК сканером Малахит-1 комплекса АКДЗ-30 в сухой осенний сезон (Иванов и др., 2012) в ночное время (около 23 часов). Густота сети дренажных каналов на этом участке свидетельствует, что ранее здесь располагалось болото низменного типа, которое было подвергнуто процедурам осушительной мелиорации. Это болото было отмечено еще на картах 1843 года ("Карты губерний подведомственных Управлению Первого Департамента Государственных Имуществ с приложением кратких статистических ведомостей". 1843. [сайт]. URL: http://wiki.laser.ru/index.php/Черниговская_губерния).

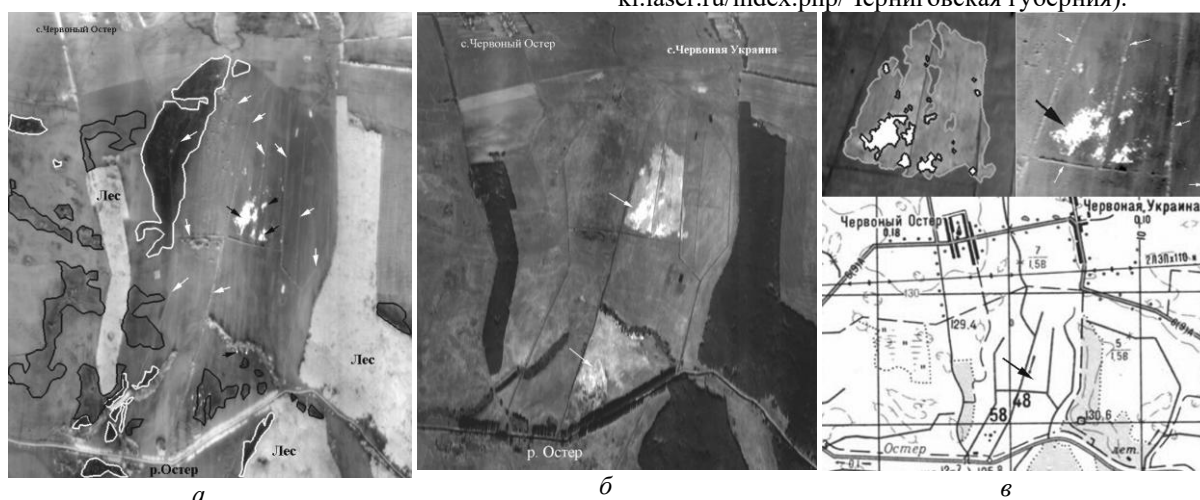


Рис. 1. Радиотепловое изображение участка заболоченной почвы, полученное ИК - сканером Малахит-1 комплекса АКДЗ-30 в сухой осенний сезон в ночное время (около 23 часов) - (а); радиотепловое изображение этого же участка, полученное в дневное время (около 11 часов) - (б); увеличенные радиотепловые изображения зон тепловыделения и повышенного ИК-излучения в дневное время (вверху слева), в ночное время (вверху справа) и карта исследуемого участка (внизу) - (в)

Интенсивность ИК-излучения в этих зонах существенно превышает излучение всех остальных образований на изображении, что свидетельствует о том, что здесь развиваются процессы с выделением тепла.

На рис. 1б представлено радиотепловое изображение этого же участка заболоченной почвы, полученное ИК - сканером Малахит-1 комплекса АКДЗ-30 в дневное время (около 11 часов) во время проведения суточного (последовательно днем и ночью) мониторинга, на котором также отчетливо наблюдаются зоны тепловыделения (отмечены стрелками

белого цвета). Кроме того, на нем наблюдаются зоны повышенного относительно окружающего фона (которые отсутствуют на ночном изображении) ИК-излучения. На рис. 1в приведены увеличенные радиотепловые изображения зон тепловыделения и повышенного ИК-излучения в дневное время (вверху слева), в ночное время (вверху справа) и карта исследуемого участка (внизу). Дистанционно определяемые максимальные температурные контрасты относительно окружающего фона составляют: для зон тепловыделения $\approx 9^\circ \text{C}$

ночное время и $\approx 7^{\circ}\text{C}$ в дневное, для зоны повышенного ИК-излучения в дневное время $\approx 1-2^{\circ}\text{C}$.

Зона тепловыделения не проявляется в виде вариаций растительного покрова ни на аэрофотоснимке (рис.2а), ни на ИК-изображении, получен-

ном в зимних условиях без снега (рис.2б), ни на радиолокационном изображении, полученном РБО 8-мм диапазона комплекса АКДЗ-30 (рис.2в) в сухой осенний сезон одновременно с рис.1б.

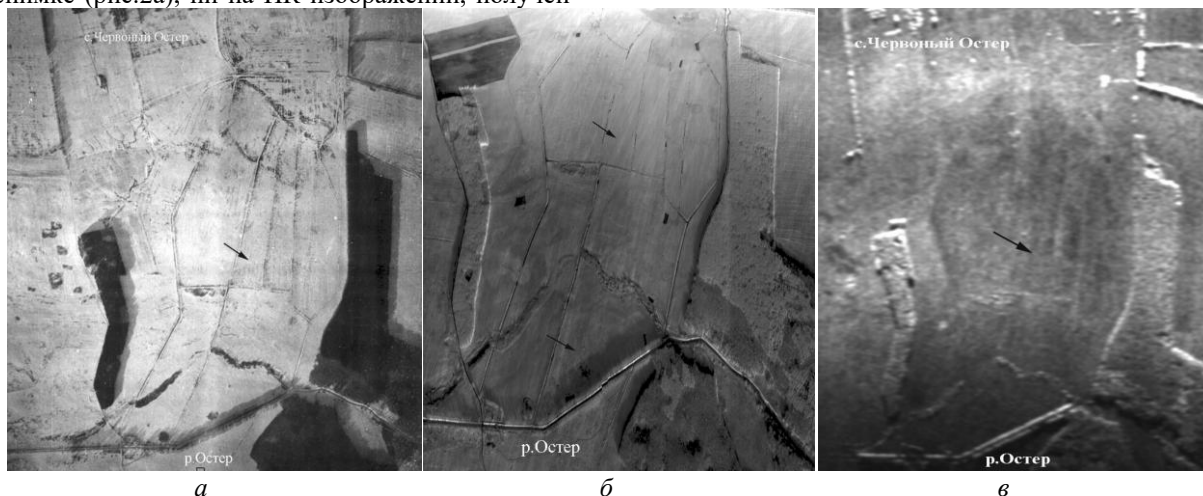


Рис.2. Аэрофотоснимок участка заболоченной почвы, полученный в зимних условиях – (а); ИК изображение этого же участка, полученное зимой при отсутствии снежного покрова – (б); радиолокационное изображение РБО 0,8-полученное одновременно с рис.1б – (в)

Типичный растительный покров для этой области представлен на фото рис. 3 – это высокий травостой с редкими кустарниками и отдельными низкорослыми деревьями.



Рис.3. Фотоснимок растительного покрова, типичного для участков заболоченной почвы в исследуемом районе

В данной области не существует подземных месторождений угля или других глубоко залегающих ископаемых, способных самовоспламениться. Кроме того, визуально над зоной тепловыделения, не наблюдалось задымленности, поэтому причиной тепловыделения, вероятно, являются процессы низкотемпературного окисления и самонагревания в приповерхностных слоях органических веществ (скорей всего торфа), которые возникают в слоях (для этого района) глубиной не более 15 м, и для которых характерны контрасты наблюдаемых поверхностных температур от единиц градусов до первых десятков градусов. Наблюдаемые же контрасты поверхностной температуры для горящих под землей торфяников, как правило, достигают 150°C (Fire resque. URL: http://firerescue.ru/magazine/pojar_po_priboram/) а, горящих угольных пластов, - (в зависимости от глубины залегания, структуры покрывающих пород и

их теплопроводности) изменяются от $20 - 30^{\circ}\text{C}$ до $200-250^{\circ}\text{C}$ (Janzhong ZHANG, 2004). Сопоставление полученных с интервалом около 12 часов дневного и ночного ИК изображений показывает некоторое увеличение площади основной зоны тепловыделения, что свидетельствует о развитии процесса самонагревания. Последовательная (день за днем) ИК-съемка зон тепловыделения может позволить уточнить стадию и характер развития процесса самонагревания по динамике изменения поверхностной температуры и площади аномальных зон (Горная энциклопедия. Подземный пожар [сайт]. URL: <http://www.mining-enc.ru/s/samovozgoranie-torfa.>).

Причиной возникновения зон повышенного относительно окружающего фона дневного ИК-излучения, очевидно, являются аномалии в альbedo поверхностного слоя сухого травостоя в осенний

период, которое, как известно, в зависимости от состояния и полегания может изменяться в пределах 11-24% (Атмосфера. 1991 [сайт]. URL: <http://library.org/book/1386/159>). Ни на ночном суточном ИК-изображении ни на зимних аэрофотоснимке и ИК-изображениях ни на РБО изображении не отмечаются какие либо температурные аномалии или изменения растительного покрова совпадающие с этими зонами. Т.к. все зоны тепловыделения располагаются внутри зон повышенного (на 1-2⁰С относительно окружающего фона) дневного ИК-излучения, то, вероятно, можно предположить, что отрицательные аномалии коротковолнового альбедо поверхностного слоя сухого травостоя в осенний период являются предвестниками процессов формирования в приповерхностном слое почвы условий, благоприятствующих развитию низкотемпературного окисления и самонагревания органических веществ (торфа, сена, соломы и т.п.), а в последующем их возгорания. Это предположение требует проведения дополнительных исследований.

Заключение

Результаты комбинированной суточной (в условиях сухого осеннего сезона, когда вегетация растительности в основном прекращена) и сезонной радиолокационно – радиотепловой (термальной ИК) авиационной съемки авиационным комплексом АКДЗ-30 покрытых травостоем осушительно мелиорированных почв показали, что радиолокационно - радиотепловая съемка позволяет выявлять и предупреждать ряд опасных процессов: проявления переувлажненных (в результате нерабочего состояния дренажных каналов) участков, а также зон низкотемпературного окисления и самонагревания органических веществ (в том числе торфа) предшествующего их самовозгоранию на переосушенных участках.

Список литературы

1. Вульфсон Л. Д. Особенности формирования температуры и коэффициентов отражения земных покровов в тепловом ИК и СВЧ - диапазонах применительно к дистанционному зондированию в геологических и природоохранных целях / Дис.

канд. физ.-мат. наук. К. 2000. 236 с. Каталог диссертаций [сайт]. URL:

http://www.ukrdissers.info/disser_45822.html.

2. Иванов В.К., Матвеев А.Я., Цымбал В.Н., Яцевич С.Е. Авиационная дистанционная радиолокационно-радиотепловая диагностика переувлажнения почв // Физические Основы Приборостроения. 2012. Т.1. №2. С. 91-106.

3. Чудновский А.Ф. Теплофизика почв. М.: Наука, 1976. 352 с.

4. Шилин Б. В., Гусев Н. А., Кариженский Е. Я. Об использовании инфракрасной аэросъемки при выявлении участков избыточного увлажнения и выходов подземных вод // Сов. Геология. 1971. № 1. С. 155—160.

5. Attema E.P.W., Ulaby F.T. Vegetation modeled as a water cloud // Radio Science. 1978. №13(2). P. 357-364.

6. Hallikainen M. T., Ulaby F. T., Dobson M. S., El-Rayes, Lin-Kun Wu. Microwave dielectric behavior of Wet soil // IEEE Trans. Geosc. Remote Sens. 1985. Vol. 23, № 1. P. 25-34.

7. Hoekman D.H., Krul L., Attema E.P.W. A multilayer model for radar backscattering from vegetation canopies, Digest, II Annual Int. G.S & R.S. Symposium, Munich. 1982. Vol. II. P. 4.1-4.7.

8. Janzhong Zhang, Dissertation Spatial and Statistical Analysis of Thermal Satellite Imagery for Extraction of Coal Fire Related Anomalies, ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Doctors der Naturwissenschaften, eingereicht an der Technischen Universität Wien. Wien. 2004-04-01.URL:

http://www.ipf.tuwien.ac.at/phdtheses/diss_jz_04.pdf.

9. Kulemin G. R., Shcherbinin I. V., Yatsevich S. E. et. al. Physical Principles of Microwave Remote Sensing of Terrains // Proc. of the 6th physics international school "Microwave physics and technique" – Varna. - World Scientific Publ.Co. Singapore. Utopia Press. 2-7 Oct. 1989. P. 16-33.

10. Xue Y., Sellers P. J., Kinter J. L. III, & Shukla, J. A simplified biosphere model for global climate studies // Journal of Climate. 1991. Vol. 4. P. 345–364.

ECONOMY

AZƏRBAYCANIN XİDMƏT SEKTORUNDA RƏQABƏTQABİLİYYƏTLİLİYİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Əliyev İ.M.

Doktorantı

Müəllim

Bakı Bizness Universiteti, Bakı

<https://orcid.org/0009-0009-5658-1389>

ASSESSMENT OF COMPETITIVENESS IN THE SERVICE SECTOR OF AZERBAIJAN

Aliyev I.

PhD student

Lecturer

Baku Business University, Baku city, Azerbaijan

<https://orcid.org/0009-0009-5658-1389>

DOI: [10.5281/zenodo.15654680](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654680)

Xülasə

Dünya iqtisadiyyatında xidmətin rolu davamlı olaraq artmaqdadır. Xidmət sektoruna və eləcə də iqtisadiyyata hərəkət verən qüvvələrdən biri də rəqabətdir. Hər daim artan xidmətin, rəqabət ilə birlikdə iqtisadiyyata təsirini müəyyən etmək xidmət, rəqabət və ümum daxili məhsul üçbucağı arasında əlaqələrin müəyyənəşdirilməsi olduqca vacibdir. Rəqabətin təsirlərinin konkretləşdirilməsi bu məqalənin əsas məqsədini təşkil etmişdir. Tədqiqat işində müxtəlif statistik hesablamalar aparılmış və reqressiv təhlillər yerinə yetirilmişdir. Problemin öyrənilməsində dünya praktikasına baxılmış, beynəlxalq hesabatlar təhlil edilmiş və müxtəlif tədqiqat işləri araşdırılmışdır. Tədqiqatın nəticələrindən xidmət sektorunda tənzimləyici və nəzarət edici fəaliyyəti olan qurumlar istifadə edə bilirlər. Eyni zamanda, xidmət sahəsinin inkişaf etdirilməsi yönündə müxtəlif dövlət proqramlarında və strategiyalarda tədqiqatın təcrübi əhəmiyyətindən faydalanmaq olar. Rəqabətqabiliyyətinin xidmət sferasına birbaşa təsirlərinin qiymətləndirilməsi və ümumi iqtisadiyyatda xidmətin potensialının yüksəldilməsi tədqiqat işinin elmi yeniliyini müəyyən edir.

Abstract

The role of services in the global economy is continuously increasing. One of the driving forces behind the service sector-and the economy as a whole-is competition. Identifying the impact of the ever-expanding service sector on the economy in conjunction with competition is of great importance, particularly in establishing the interrelations among services, competition, and gross domestic product. Clarifying the effects of competition constitutes the main objective of this research. Various statistical calculations and regression analyses have been conducted in this study. The research draws on global practices, analyzes international reports, and examines a range of academic studies. The findings of the study can be utilized by regulatory and supervisory institutions operating within the service sector. At the same time, the practical significance of the research can inform various state programs and strategies aimed at developing the service sector. The scientific novelty of the research lies in the evaluation of the direct impact of competitiveness on the service sphere and in the enhancement of the service sector's potential within the broader economy.

Açar sözlər: Azərbaycanca rəqabətlik, Qlobal rəqabətqabiliyyətlilik indeksi, xidmət sektorunda rəqabətqabiliyyətlilik, xidmət sektoru, rəqabətqabiliyyətlilik, rəqabətqabiliyyətlilik əsasında strateji inkişaf.

Keywords: Competitiveness in Azerbaijan, global competitiveness index, competitiveness in the service sector, service sector, competitiveness, strategic development based on competitiveness.

Giriş

Rəqabət bir sıra iqtisadi sahənin inkişafında və təkmilləşməsində ən mühüm vasitədir. Xidmət sektorunda rəqabət ənənəvi istehsal sektorundan öz strukturuna görə fərqlənir [6, s.21]. Xidmət sektoru isə rəqabət ilə bir başa əlaqəli olub onun təsiri ilə formasını və istiqamətini dəyişə bilər. Ümumdünya ticarət təşkilatının hesabatında qeyd olunur ki, müasir dövrdə inkişaf etmiş dünya ölkələrinin ümumdaxili məhsulunun 75%-i xidmət iqtisadiyyatının intensiv fəaliyyəti nəticəsində formalaşmışdır [1, s.16]. Ümumdünya ticarət təşkilatı dünya iqtisadiyyatının “servizləşməsi” prosesini qlobal ticarətin 50%-nin

xidmət, 16%-nin kənd təsərrüfatı, 34%-nin isə sənayenin payına düşməsi ilə izah edir [1, s.2]. Hətta “Covid-19” pandemiyasının xidmət sferasına sarsıdıcı zərbəsi belə onun xüsusiyyətlərinə əsaslı təsir etməmiş və xidmət sadəcə innovativləşərək daha da rəqəmsallaşmışdır.

Tədqiqatın əsas məzmunu

Ümumdünya ticarət təşkilatının hesabatına əsasən pandemiya dövründə də iqtisadi dayanıqlıq sırf xidmətin rəqəmsallaşması əsasında təmin edilmişdir. Hələ də biznes mühitinin yaxşılaşdırılmasında, beynəlxalq komersiya dövrüyəsində, o cümlədən, investisiyaların təkmilləşdirilməsində və proseslərin

asanlaşmasında, bir sıra bu qəbildən konsaltinq xidmətərində və s. xidmət sferası aktuallığını qoruyur. Onu da qeyd etmək vacibdir ki, Ümumdünya ticarət təşkilatının Dünya Bankına əsasən hesablamalarında xidmət sferası 1970-ci ildən bəri yuxarı orta gəlirli ölkələr üçün 40%-dən 2021-ci ildə 56%, yüksək gəlirli ölkələr üçün isə 59%-dən 75% yüksəlmişdir [1, s.14]. Nəzərə almaq lazımdır ki, 2021-ci il Dünya Bankının göstəricilərinə əsasən Azərbaycan yuxarı orta gəlirli

ölkə hesab edilir [2, s.1].

Dünya iqtisadi formunun “Qlobal Rəqabət İndeksi” hesabatında 141 ölkənin rəqabət indeksi üzrə yeri və topladığı bal öz əksini tapmışdır. Bu rəqabət indeksi rəqabətliliyin ölçülməsi ilə mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Rəqabət mühiti ölçülərkən ölkələrin biznes dinamikasına, bacarıqlı insan kapitalına, maliyyə bazarlarına və s. xüsusi yer verilmişdir.

Cədvəl 1.

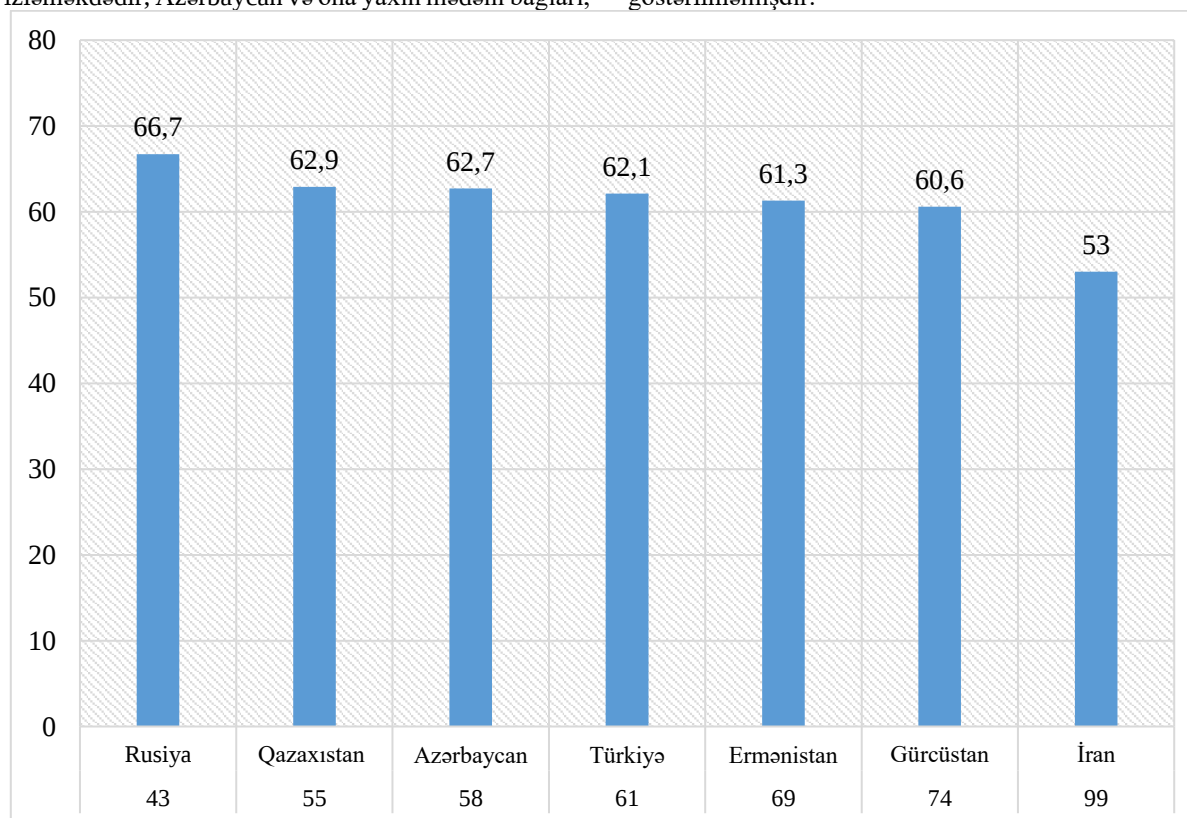
Qlobal Rəqabət İndeksi üzrə ölkələr, 2019

Rənkinq	Ölkələr	Bal	Rənkinq	Ölkələr	Bal
1	Sinqapur	84.8	16	Avstraliya	78.7
2	ABŞ	83.7	17	Norveç	78.1
3	Honq Konq	83.1	18	Lüksemburq	77
4	Niderland	82.4	19	Y.Zellandiya	76.7
5	İsveçrə	82.3	20	İsrail	76.7
6	Yaponiya	82.3	28	Çin	73.9
7	Almaniya	81.8	31	Estonia	70.9
8	İsveç	81.2	37	Polşa	68.9
9	B. Krallıq	81.2	39	Litva	68.4
10	Danimarka	81.2	41	Latvia	67
11	Finlandiya	80.2	42	Slovakiya	66.8
12	Tayvan	80.2	72	Serbiya	60.9
13	Koreya	79.6	55	Qazaxıstan	62.9
14	Kanada	79.6	96	Qırğızıstan	54
15	Fransa	78.8	104	Tacikistan	52.4

Mənbə: Dünya iqtisadi formunun hesabat göstəriciləri əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [3, s.15].

Qlobal Rəqabət İndeksi üzrə ilk 20 yerdə inkişaf etmiş və inkişaf üçün stimullaşdırılmış regionlar qərarlaşmışdır (Cədvəl 1). Xüsusi ilə qeyd etmək lazımdır ki, keçmiş sovet ölkələri də bu ardıcılığı izləməkdədir, Azərbaycan və ona yaxın mədəni bağları,

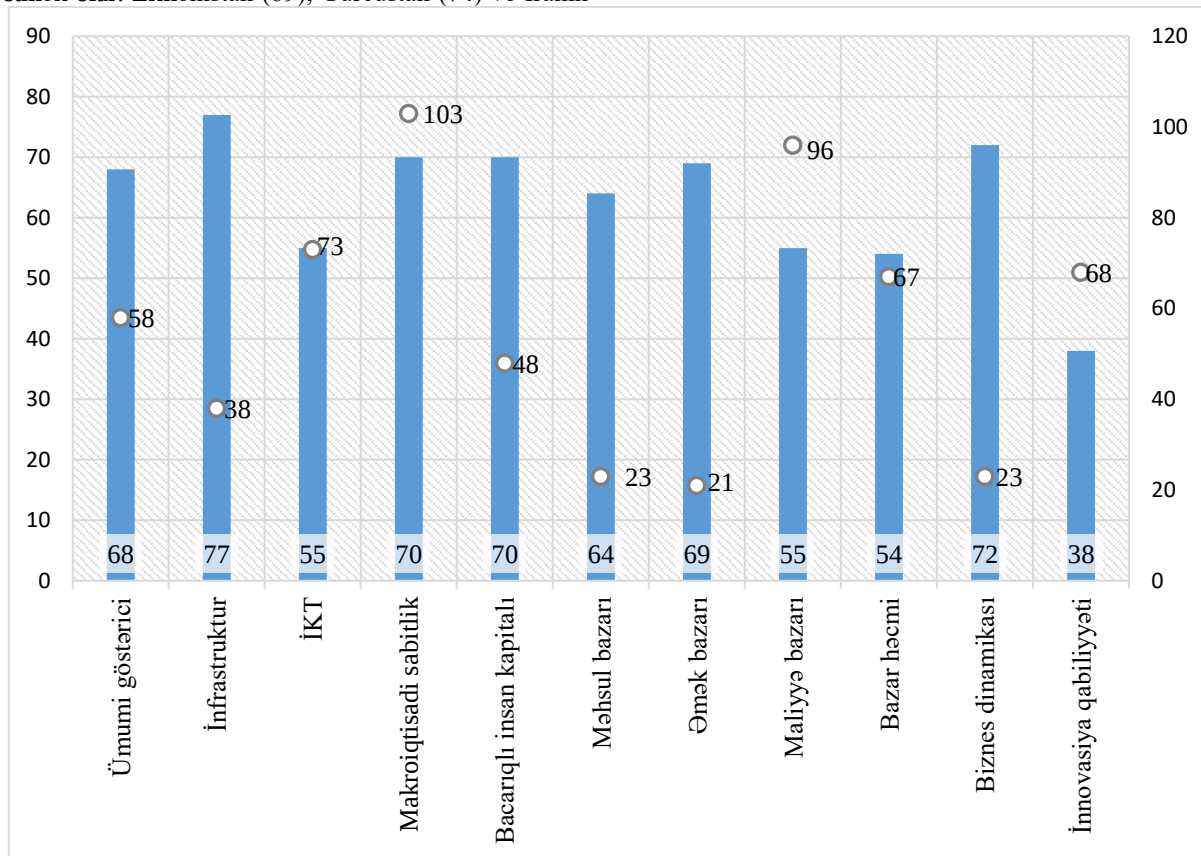
ortaq keçmişi olan mərkəzi Asiyada yerləşən türk ölkələri üçün isə əksi müşahidə edilir. Belə ki, Qırğızıstan 54 bal ilə 140 ölkə arasından 96 olmuş, Özbəkistan, Türkmənistan ümumiyyətlə indeksdə göstərilməmişdir.



Qrafik 1. Qlobal Rəqabət İndeksi üzrə Azərbaycanın qonşu ölkələr ilə müqayisəsi, 2019. Mənbə: Dünya iqtisadi formunun hesabat göstəriciləri əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [3, s.15].

Azərbaycan reyting cədvəlində 63 bal ilə 58-ci yerdə qərarlaşmışdır və yalnız Rusiya (43) və Qazaxıstandan (55) geri qalmışdır. Rəqabət göstəricilərinə görə Azərbaycanın bir sıra regional və qonşu ölkələri, o cümlədən keçmiş sovet ölkələrini də qabaqlaması onun iqtisadi rifahının artması ilə son illərdə aparılan islahatların məntiqli nəticəsi hesab etmək olar. Ermənistan (69), Gürcüstan (74) və İranın

(99) rəqabət mühitinə görə geri qalması regionda Azərbaycanı irəli çəkərək gələcəkdə beynəlxalq investisiyaların əsas məcrasının yönünü müəyyən edir. Azərbaycan sadəcə neft ölkəsi olaraq deyil, eyni zamanda insan kapitalına, biznes dinamikasına, məhsul bazarı və s. görə də gələcəkdə sırf xidmət ölkəsi olmaq potensialına malikdir.



Qrafik 2. Qlobal Rəqabət İndeksi üzrə Azərbaycanın mövqeyi, 2019. Mənbə: Dünya iqtisadi formunun hesabat göstəriciləri əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [3, s.90].

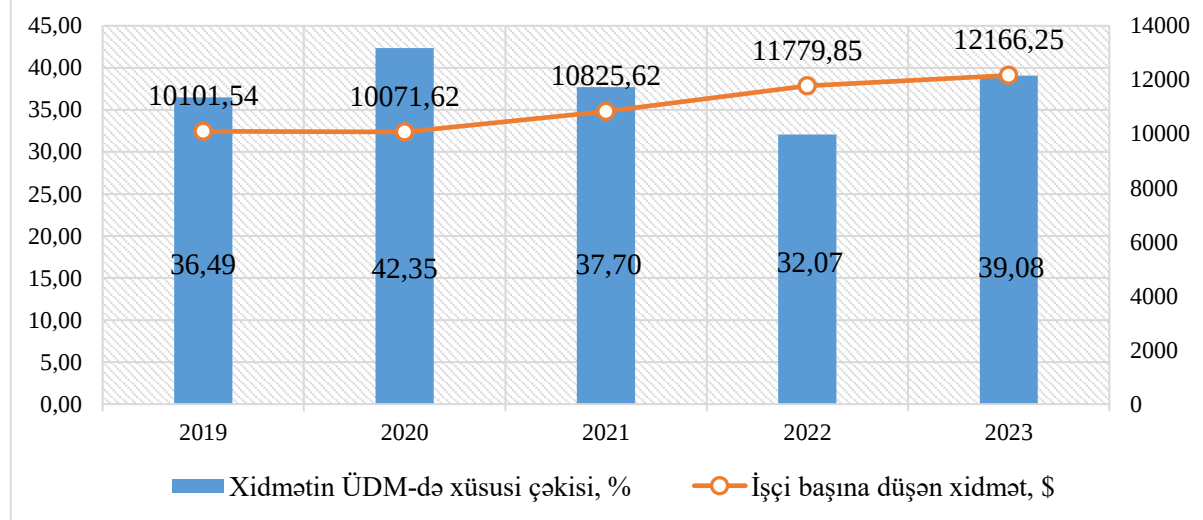
Azərbaycan Qlobal Rəqabət İndeksində “Əmək bazarı” göstəricisinə əsasən 140 ölkə arasında 69 bal ilə 21-ci yerdə qərarlaşmışdır (Qrafik 2). Əmək bazarı göstəriciləri işə götürmə və işdən azad etmə prosesi, işçi və işəgötürən münasibətləri, əmək haqqının müəyyən edilməsində çeviklik, əmək bazarında islahatlar, işçilərin hüquqları, xarici işçilərin işə götürülməsində prosessin asanlığı və s. əsasında müəyyən edilmişdir [3, s.92].

Azərbaycan “Biznes dinamikası”na görə 72 bal ilə 23 yeri tutmuşdur. Təbii ki, xidmət sektoru üçün rəqabətlik indeksində biznes dinamikası üzrə ilk 25 ölkə arasında olmaq mühüm nəticədir. Biznes dinamikası göstəricisi özlüyündə 2 yerə ayrılır, administrativ tələblər və sahibkarlıq mədəniyyəti [3, s.93]. Administrativ tələblərə görə ölkəmiz 36-cı, sahibkarlıq mədəniyyətinə görə isə 22-ci yerdədir.

Qlobal Rəqabət İndeksi əsasında müəyyən edilmişdir ki, Azərbaycanda biznesə başlamağın xərci adambaşına düşən ümum milli gəlirin 1.3%-ni təşkil edir. Biznesə başlamaq üçün tələb olunan zaman kəsiyi ölkəmizdə 3.5 gündür və bu göstəriciyə görə Azərbaycan 8-ci yerdədir.

Azərbaycan “İnfrastruktur” göstəricisinə görə 38-ci yerdə qərarlaşmışdır. İnfrastruktur göstəricisi nəqliyyat və kommunal infrastruktur olaraq iki yerə ayrılır. Qatar xidmətlərinin səmərəli təşkilinə görə ölkəmiz 11-ci yerdədir. Hava nəqliyyatı xidmətlərinin səmərəli təşkilinə görə Azərbaycan 12-ci yerdədir.

Qlobal Rəqabət İndeksi üzrə Azərbaycanın mövqeyi və onun göstəricilərinin təhlili ölkəmizin qeyri-neft iqtisadi fəaliyyət sahələrində, xüsusi ilə də xidmət sahəsindən müstəsna potensiala sahib olmasını göstərir.



Qrafik 3. Xidmətin ÜDM-də xüsusi çəkisi, Azərbaycan 2019. Mənbə: Dünya Bankının və BƏT-in göstəriciləri əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [4 və 5].

Xidmət iqtisadiyyatı Azərbaycanda genişlənən və inkişaf etməkdə olan sahədir. Belə ki, son beş ildə pandemiyanın kəskin dövrünü nəzərə almasaq xidmətin ÜDM-də xüsusi çəkisi ardıcıl olaraq artmışdır (Qrafik 3). Azərbaycanda 2022-ci ildə xidmətin ÜDM-də payı 32% olmuşdursa, artıq bu göstərici 2023-cü ildə

39% yüksəlmişdir. Xidmət sahəsində çalışanların adambaşına bu sahəyə tövhəsi də paralel olaraq pandemiyanın təsirləri zəiflədikcə artmışdır. Belə ki, 2022-ci ildə xidmət sahəsində adambaşına gəlir 11 780 USD olmuşdursa, 2023-cü ildə bu rəqəm 12 166 USD yüksəlmişdir.

Cədvəl 2.

Xidmət sektorunun müqayisəli təhlili, 2019

Ölkələr	Rəqabət göstəricisi	ÜDM (AQP, \$)	Xidmətin ÜDM-də xüsusi çəkisi	Ölkələr	Rəqabət göstəricisi	ÜDM (AQP, \$)	Xidmətin ÜDM-də xüsusi çəkisi
Sinqapur	84,8	601968,4	70,9	Çin	73,9	24300742	54,3
ABŞ	83,7	21539982	76,6	Estoniya	70,9	53853,98	62,3
Honq Konq	83,1	459644,3	90	Polşa	68,9	1362291	56,8
Hollandiya	82,4	1081371	70,3	Litva	68,4	114028,5	61,2
İsveçrə	82,3	632274,6	71,9	Latviya	67	61623,34	63,1
Yaponiya	82,3	5404462	69,6	Slovakiya	66,8	185362,9	58,7
Almaniya	81,8	4924980	62,9	Serbiya	60,9	142978,6	53,2
İsveç	81,2	586374	65,1	Qazaxıstan	62,9	551108,1	55,5
B.Krallıq	81,2	3335878	71	Qırğızıstan	54	34955,98	50,3
Danimarka	81,2	352324,7	65,2	Rusiya	66,7	4579554	54,2
Finlandiya	80,2	288648,1	60	Azərbaycan	62,7	167158,1	36,5
Tayvan	80,2	1259651	62,42	Türkiyə	62,1	2350308	56,3
Koreya	79,6	2270666	57,2	Ermenistan	61,3	44365,67	54
Kanada	79,6	1899695	67,7	Gürcüstan	60,6	62387,6	60,1
Fransa	78,8	3445277	70,1	İran	53	1162001	50,1
Avstraliya	78,7	1334463	66	İtaliya	71,5	2787073	66,1
Norveç	78,1	379377,6	57,3	İspaniya	75,3	2075229	68,3
Lüksemburq	77	75270,49	79,1	Hindistan	61,4	9932851	50,1
Y.Zelandiya	76,7	224879,1	65,6	Ukrayna	57	604396,1	54,5
İsrail	76,7	373229,7	70,4	Moldova	56,7	35735,83	54,7

Mənbə: Dünya Bankının və Dünya iqtisadi formunun hesabat göstəriciləri göstəriciləri əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [3 və 4].

Rəqabət indeksi üzrə yüksək nəticələr əldə etmiş ölkələrin də xidmət iqtisadiyyatı güclü inkişaf etmişdir (Cədvəl 2). Rəqabət səviyyəsinin yüksək olması biznes mühitini yaxşılaşdırır və bütün həcmdə olan (iri, orta, xırda) bizneslər, sahibkarlar üçün əlverişli şərait yaranır. Xidmət iqtisadiyyatının inkişaf etməsi və prosesin davamlılığı rəqabətin səviyyəsi ilə birbaşa əlaqəlidir. Bu nöqteyi-nəzərdən də iqtisadiyyatda

xidmətin həcmi ilə rəqabət göstəricisi arasında əlaqənin araşdırılması üçün model qurulmuşdur. Belə ki,

$$Xidmətin \text{ ÜDM-də } \text{çəkisi}_i = \beta_0 + \beta_1 (\text{Rəqabət indeksi göstəricisi}) + \epsilon_i$$

Burada, Xidmətin ÜDM-də çəkisi i sayda hər bir ölkə üçün götürülmüş asılı dəyişəni ifadə edir. Rəqabət indeksi göstəricisi β_1 əmsalı ilə, kəşiflər β_0 və ϵ_i ilə tənlikdə baş verə biləcək mümkün xətlər ifadə

edilmişdir.

Cədvəl 3.

Xidmətin ÜDM-də xüsusi çəkisi və rəqabət indeksi arasında regressiv təhlil, 2019

Dependent Variable: LN_SERVICE_

Method: Least Squares

Date: 01/15/25 Time: 10:56

Sample: 1 40

Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LN_C_SCORE_	0.831895	0.126672	6.567325	0.0000
C	0.565628	0.541377	1.044795	0.3027
R-squared	0.531614	Mean dependent var	4.119224	
Adjusted R-squared	0.519289	S.D. dependent var	0.157370	
S.E. of regression	0.109110	Akaike info criterion	-1.544219	
Sum squared resid	0.452387	Schwarz criterion	-1.459775	
Log likelihood	32.88438	Hannan-Quinn criter.	-1.513687	
F-statistic	43.12975	Durbin-Watson stat	1.819373	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Mənbə: Dünya Bankının və Dünya iqtisadi forumunun hesabat göstəriciləri göstəriciləri əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [3 və 4].

Modelə əsasən alınan nəticə əsasında müəyyən edilmişdir ki, rəqabətin artması iqtisadiyyatda xidmətin həcmnin artmasına paralel olaraq müsbət təsir göstərir (Cədvəl 3). Modeldə “Prob(F-statistic)” yəni p göstərici uğurludur və alınan nəticə modelin düzgünlüyünü ifadə edir.

Modeldə heteroskedastiklik testi edilmişdir və

nəticədə heteroskedastiklik halı, yəni səhvlərin dispersiyası aşkarlanmamışdır (Cədvəl 4). Dəyişənlər arasında müşahidə edilən homoskedastiklik sərbəst dəyişən - rəqabət indeksi göstəricisi ilə asılı dəyişən - xidmətin ÜDM-də çəkisi arasında xəta ölçüsünün qiymətləri üzrə eyni variasiyanı ifadə edir.

Xidmətin xüsusi çəkisi və rəqabət indeksi arasında heteroskedastiklik testi, 2019

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	0.060350	Prob. F(1,38)	0.8073
Obs*R-squared	0.063426	Prob. Chi-Square(1)	0.8012
Scaled explained SS	0.176459	Prob. Chi-Square(1)	0.6744

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 01/15/25 Time: 11:20

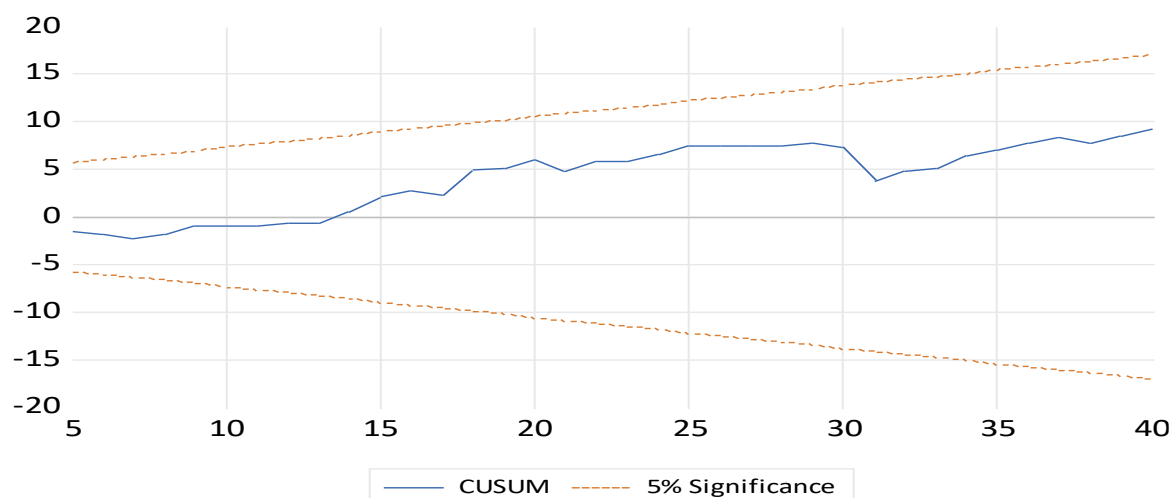
Sample: 1 40

Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.046383	0.142844	0.324713	0.7472
LN_C_SCORE_	-0.008211	0.033423	-0.245663	0.8073
R-squared	0.001586	Mean dependent var	0.011310	
Adjusted R-squared	-0.024688	S.D. dependent var	0.028440	
S.E. of regression	0.028789	Akaike info criterion	-4.208952	
Sum squared resid	0.031494	Schwarz criterion	-4.124508	
Log likelihood	86.17904	Hannan-Quinn criter.	-4.178420	
F-statistic	0.060350	Durbin-Watson stat	2.144085	
Prob(F-statistic)	0.807265			

Mənbə: Dünya Bankının və Dünya iqtisadi formunun hesabat göstəriciləri əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [3 və 4].

Modelə müvafiq təsadüfçilik üçün məcmu cəm testi (CUSUM) edilmişdir və nəticə uğurlu alınmışdır, yəni model stabildir və heç bir halda əminlik dərəcəsi 5% həddlərini aşmır.



Qrafik 4. CUSUM test. Mənbə: Dünya Bankının və Dünya iqtisadi formunun hesabat göstəriciləri göstəriciləri əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [3 və 4].

Model nəticəsində əldə edilmişdir ki, index üzrə rəqabət səviyyəsinin 1% artması iqtisadiyyatda xidmətin həcmnin 0.83% artması ilə nəticələnəcəkdir. Model əsasında əks əlaqəyə baxılmışdır və müəyyən edilmişdir ki, xidmətin də 1% artımı, rəqabət səviyyəsinin 0.6% artması ilə nəticələnəcəkdir.

Nəticə

Azərbaycan dünyanın iqtisadiyyatı dinamik inkişaf edən ölkələrindən biridir. Apardığımız araşdırma nəticəsində əldə edilmişdir ki, iqtisadiyyatda xidmət sahəsi bütün inkişaf etmiş ölkələrdə və o cümlədən, yüksək gəlirli, yuxarı orta gəlirli ölkələr üçün əsas segment hesab edilir. Xidmət sahəsi və rəqabətin ona təsirini müəyyən etmək üçün model qurulmuş və nəticədə iki dəyişən arasında müsbət asılılıq müəyyən edilmişdir. Ümumiyyətlə, rəqabətin artması reflektiv olaraq birbaşa ÜDM-in həcmnin artmasına ciddi (6.2%) təsir edir.

Məqalədə Azərbaycanın xidmət sektorunun həcmi, bu sahədə çalışanların adambaşına düşən xidmət gəliri, Qlobal Rəqabət İndeksində onun yeri və göstəriciləri ətraflı şəkildə tədqiq edilmişdir. Ölkəmizin gələcəkdə davamlı və dayanıqlı inkişaf etdirilməsi üçün Qlobal Rəqabət İndeksi üzrə digər göstəricilərdə də irəli çəkilməsi məqsədə uyğun hesab edilmişdir. Rəqabət səviyyəsinin artırılması, mühitin şəffaflaşdırılması və xidmət sahəsinin inkişaf etdirilməsi, qeyri-neft gəlirlərinin formalaşdırılmasında əsas məsələ hesab edilməlidir.

Əldə etdiyimiz nəticələrə əsasən rəqabət siyasəti güclü olan ölkə iqtisadiyyatı da inkişaf etmiş ölkədir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. WTO. (2024). Trade in services for development. World Trade Organization. https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/trade_in_serv_devpt_chp1_e.pdf
2. MSF. (2022). World Bank list of economies 2021-22. Médecins Sans Frontières. <https://msf.org.uk/sites/default/files/2022-02/World%20Bank%20list%20of%20economies%202022.pdf>
3. Schwab, K. (2019). The global competitiveness report 2019. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
4. WB. (2015). World Bank Open Data. World Bank Open Data. https://data.worldbank.org/indicator/NV.SRV.EMPL.KD?end=2019&name_desc=false&start=1991
5. ILO. (2025). ILOSTAT Data Explorer. Ilo.org. https://rshiny.ilo.org/dataexplorer35/?lang=en&id=GD.P_205U_NOC_NB_A
6. Forlani, E. (2010). Competition in the Service Sector and the Performances of Manufacturing Firms: Does Liberalization Matter? SSRN Electronic Journal, 2942. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1553654>

CRISIS MANAGEMENT OF LOGISTIC SYSTEMS IN THE CONTEXT OF INTERNATIONAL ARMED CONFLICTS: ADAPTABILITY, RISKS, AND DIGITAL SOLUTIONS**Bochok V.**<https://orcid.org/0009-0003-2429-0380>DOI: [10.5281/zenodo.15654690](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654690)**Abstract**

The article explores the functioning of logistics systems under the conditions of international armed conflicts and outlines the key directions for the development of crisis management in this domain. The relevance of the topic is driven by the urgent need to ensure the resilience and continuity of supply chains during crises, particularly in the context of military operations, blockades, and the destruction of infrastructure. The aim of the study is to systematize theoretical approaches to crisis logistics management and to formulate practical recommendations for adapting logistics systems to emergency conditions. The article employs methods of systems analysis, scenario forecasting, SWOT analysis, and synthesis of empirical case studies. A basic model of crisis management for logistics systems is proposed, which accounts for the specific features of armed conflicts, the multilevel coordination of logistics stakeholders, and the role of digital technologies. The obtained results are of practical value for military, humanitarian, and commercial logistics, and can also be utilized in national security programs. The scientific novelty of the research lies in the comprehensive analysis of war-related logistics challenges through the lens of crisis management and in the development of an adaptive anti-crisis response model.

Keywords: crisis management, logistics, armed conflicts, supply chains, adaptability, resilience, humanitarian logistics, digital technologies.

Introduction. In the context of escalating global security tensions, the issue of ensuring the effective operation of logistics systems within conflict zones has become increasingly urgent. The wars in Ukraine, Syria, Yemen, Sudan, and localized conflicts in various border regions across continents have highlighted the vulnerability of supply chains to disruptive factors such as infrastructure destruction, blockades, power outages, and shortages of transportation resources. The loss of logistical capacity under such conditions can lead to humanitarian catastrophes, weakened national defense capabilities, and economic destabilization.

Crisis management in logistics requires the development of comprehensive solutions aimed at enhancing the adaptability and resilience of logistics systems in emergency situations. This involves not only strategic resource management but also rapid response mechanisms, the integration of digital tools, and multilevel coordination among governmental agencies, military units, the private sector, and humanitarian organizations. While academic literature offers a growing body of research on logistics under conditions of risk, it remains insufficiently focused on the specific features of logistics operations during armed conflicts—particularly in cases of prolonged hybrid wars.

The object of the study is logistics systems operating in environments characterized by heightened danger and unpredictability.

The subject is the mechanisms and tools of crisis management in logistics under conditions of international armed conflicts.

The aim of this article is to systematize theoretical and applied approaches to crisis management in logistics systems and to substantiate models that enhance their resilience and operational flexibility in emergency situations.

To achieve this aim, the following objectives are set:

- to analyze the destructive factors affecting supply chains in combat zones;

- to investigate effective crisis management strategies tested during armed conflicts;

- to summarize current practices in humanitarian and military logistics;

- to develop an adaptive crisis management model for logistics systems in conflict-affected regions.

The scientific novelty of the study lies in the development of a conceptual model for logistics management in wartime conditions, which is based on the integration of systemic risk analysis, digital transformation of logistics processes, and multilevel coordination among stakeholders.

The practical significance of the research is reflected in the applicability of the proposed approaches for shaping effective logistics strategies at the state, military, and humanitarian levels under crisis conditions.

Literature Review. Crisis management in logistics systems during armed conflicts is studied at the intersection of economic security, risk management, military logistics, and international relations. Modern approaches to logistics management in high-turbulence environments are grounded in the concept of *supply chain resilience*, developed by Yossi Sheffi. In his monograph *The Resilient Enterprise* [1], Sheffi argues that the key to resilience lies not only in infrastructure but also in flexibility, proactive planning, and the speed of decision-making.

Significant attention to the adaptability of logistics strategies in crisis situations has been given by Christopher M., Waters D., and Pettit T., who in their respective works [2–3] examine supply chain management under extreme events, including armed conflicts. They emphasize the importance of digital solutions—such as IoT and AI—for enhancing transparency and real-time operational efficiency.

Humanitarian logistics has also gained prominence as a field, involving the planning, execution, and control of logistics flows in disaster zones. Van Wassenhove L., one of the leading theorists in this area,

highlights in his study [4] that conflicts present unique logistical challenges, including limited regional access, resource shortages, and dependence on international coordination mechanisms.

In Ukrainian academic discourse, the topic of war-time logistics has seen dynamic development since 2022. In his publication *Polyparadigmatic uncertainty of international economic relations in the global security system* [5], O.Yu. Sokhatskyi explores how war induces multidimensional transformations in the economy, directly influencing the structural reconfiguration of logistics systems. The author emphasizes the polyparadigmatic nature of modern logistics, which necessitates the integration of managerial, security, and informational solutions.

Furthermore, in the study *Economic consequences of the Russian-Ukrainian war for European security* [6], Sokhatskyi analyzes how the destruction of Ukraine's logistics infrastructure affects regional supply networks, leading to food shortages, shifts in trade flows, and increased strategic vulnerability of the European Union.

In the works of Ben-Daya M. and Bahroun Z. [7], the effectiveness of digital technologies in logistics planning under constraints is substantiated. They argue that modern crisis management systems must support automated rerouting and the use of alternative delivery formats, including drones and mobile storage units.

In summary, although global academic literature has accumulated a substantial body of theoretical and applied knowledge on logistics crisis management, current armed conflicts—particularly the war in Ukraine—necessitate the revision of existing models to reflect the realities of warfare, information threats, and transnational risks.

Research Results. This study conducted a comprehensive assessment of the status and transformations

of logistics systems under conditions of armed conflict. Particular attention was paid to Ukraine as a case study of a full-scale war ongoing since 2022. The findings reveal that traditional logistics models designed for stable environments proved ineffective during a large-scale crisis. As a result, there emerged a critical need for new approaches based on flexibility, digitalization, and cross-sectoral coordination [8].

Logistics chains operating under combat conditions are subject to destructive impacts not only from the physical environment but also from informational, economic, and cyber threats. The most severe threat identified was the physical destruction of infrastructure, including warehouses, bridges, overpasses, and railway junctions. A significant number of logistics facilities in Ukraine were found to be vulnerable to missile and drone strikes, causing delays in the delivery of critical supplies.

Equally concerning is the shortage of material resources—primarily fuel. During the initial months of the full-scale invasion, there were widespread disruptions in fuel supply, which became a major limitation on the mobility of both civilian and military logistics operations. The scarcity of diesel and gasoline constrained the operational range of humanitarian missions, slowed evacuation processes, and created strategic vulnerabilities across the entire infrastructure network.

The analysis also identified additional factors that disrupt wartime logistics, including the blockade of supply routes, cyberattacks on logistics monitoring systems, and communication breakdowns between governmental, private, and volunteer sectors. These interconnected risks are summarized in Table 1, which presents the main destructive factors based on the analysis of open-source data, practical case studies, and reports from NATO, WFP, and UNHCR.

Table 1.

Key Risks to Logistics Systems During Armed Conflicts		
Type of Risk	Probability of Occurrence	Impact Level
Physical destruction of infrastructure	High	Critical
Blockade of supply routes	Medium	Significant
Cyber threats to logistics networks	Medium	Significant
Shortage of fuel and critical resources	High	Critical
Loss of intersectoral coordination	High	High

Source: Summarized based on the analysis of reports by NATO, UNHCR, and WFP (2022–2024).

The analysis of the table indicates that physical threats and resource shortages create critical bottlenecks in supply chains. At the same time, organizational disruptions—such as the loss of coordination among logistics actors—further amplify the cascading

breakdown effect. To gain a deeper understanding of the risk structure, an expert assessment was conducted to evaluate the impact level of individual threats on overall logistics stability. The results are presented in **Figure 1**.

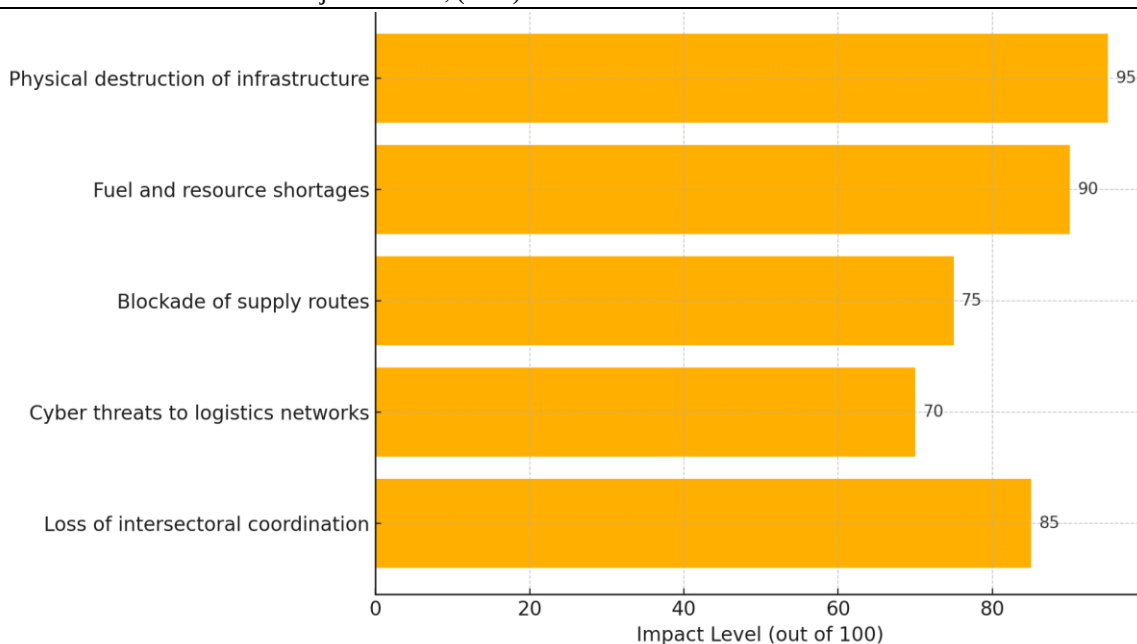


Figure 1. Key Factors Destabilizing Supply Chains During Wartime

The chart demonstrates a comparative shift in six logistics strategies due to wartime adaptation. The **highest score—85 points—was recorded for routing flexibility**, confirming the central role of dynamic re-routing in crisis logistics. **Digitalization** followed with **78 points**, reflecting the growing importance of GPS-based tracking, mobile coordination apps, and data-sharing platforms.

On the contrary, **intersectoral coordination received the lowest score—62 points**, indicating persistent fragmentation between governmental, volunteer, and private logistics actors. Other components, such as

mobile warehousing and drone deployment, demonstrated moderate but essential improvements in resilience and response time.

To assess the resilience of logistics systems during armed conflict, a comparative analysis was conducted based on six key adaptation domains: alternative supply routes, drone utilization, digital coordination, rail logistics, mobile warehousing, and humanitarian logistics. These strategies were compared in terms of their relative application before and after the onset of full-scale war in Ukraine.

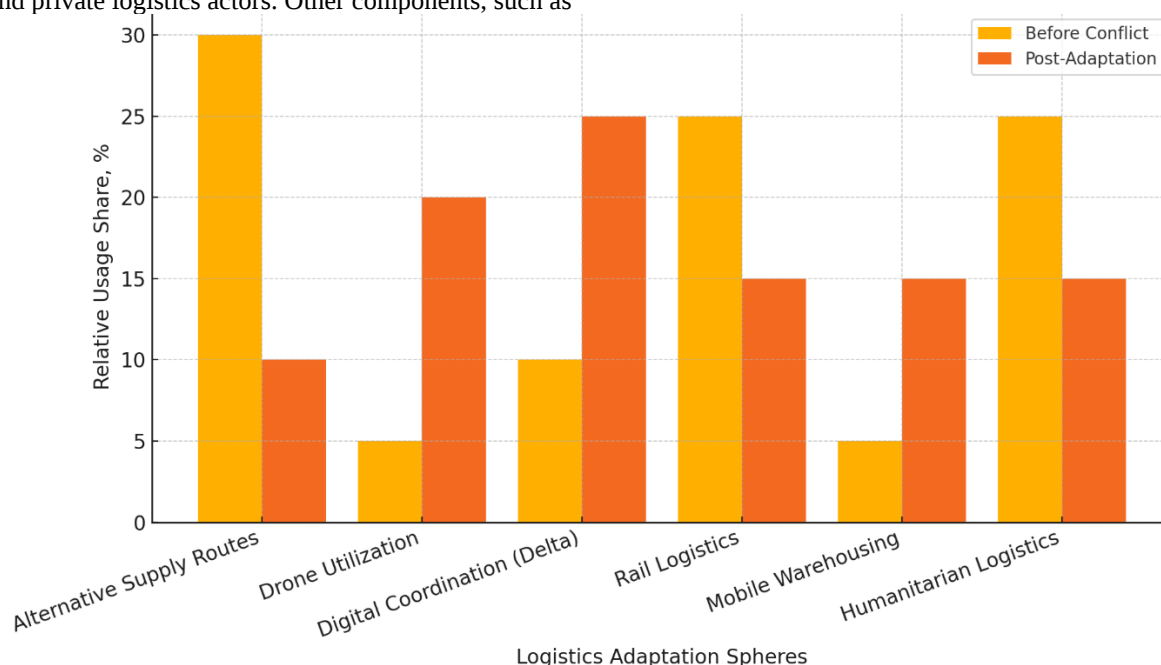


Figure 2. Adaptability of Logistics Solutions in Armed Conflict Conditions

(developed by the authors based on wartime logistics transformation cases in Ukraine, 2022–2024) Source [10,15,16]

To assess the resilience of logistics systems during armed conflict, a comparative analysis was carried out based on six adaptation strategies: route flexibility, use of unmanned aerial vehicles (UAVs), digital coordination, rail-based logistics, mobile warehouses, and humanitarian modules. The results indicate significant growth in the effectiveness of digital and mobile solutions.

As shown in **Figure 2**, the highest post-conflict performance was recorded in routing adaptability and digital logistics. Notably, drones were deployed for the delivery of critical supplies to combat zones, while situational analytical platforms facilitated real-time monitoring of logistics flows. By contrast, coordination between governmental, volunteer, and private sectors remains a weak link due to systemic fragmentation.

An analysis of the geography of logistics incidents in Ukraine revealed that the highest number of critical disruptions occurred in the southern regions, which were subject to intense attacks. At the same time, the western oblasts served as the primary rear support zone, where logistics systems reached the highest level of structural organization. This area became a hub for international convoys, transit centers, humanitarian warehouses, and evacuation points, providing a relatively stable environment.

The study also collected numerous examples of field innovations in logistics. These included the use of drones to deliver medicine to frontline hospitals, mobile apps for convoy coordination across blocked routes, and improvised logistics centers based in school buses or churches. These cases illustrate that logistics in wartime is not solely about technology but also about ingenuity and adaptive thinking [11].

In the context of humanitarian missions, modular logistics models proved the most effective—those not dependent on a single center but capable of splitting into autonomous segments. Such models ensured the viability of the system even when one or more components were lost. In Ukraine, this modular approach became the foundation for many logistical solutions.

Special attention was paid to contingency supply planning. Logistics systems with pre-planned alternative routes demonstrated higher resilience to external disruptions. For instance, in cases of destroyed bridges or key hubs, the existence of bypass routes or backup warehouses helped avoid a complete halt in logistics operations. This finding underscores the importance of multi-level scenario planning in wartime conditions.

The study further examined the organizational aspects of national-level crisis logistics management, including the establishment of coordination centers within regional military administrations. The most successful cases were those in which state governance was complemented by volunteer and international initiatives. These intersections often produced the most adaptive and rapid-response solutions.

Another critical insight was the role of “single-window” systems for managing logistics flows, which significantly improved cross-sectoral coordination. This was especially vital under resource shortages, where competition among civilian, humanitarian, and military logistics could lead to inefficiencies or losses.

In regions where digital coordination platforms were deployed, distribution was faster, more transparent, and safer.

One of the key findings was the recognition of logistics as a social stabilizer. Timely delivery of food, medicine, generators, and fuel to frontline zones had a direct impact on civilian morale. In areas where logistics collapsed, panic, social tension, and migration waves were observed. Thus, logistics in war serves not only as a provisioning tool but also as a pillar of internal security.

The study also showed that the effectiveness of logistics responses often relied on informal networks. In many cases, official structures were slow to react, while volunteer groups—through social media, personal contacts, and mobile chats—coordinated rapid deliveries of essential goods. Telegram networks were particularly noteworthy for their real-time updates on road conditions, cargo availability, and local needs [12].

It was established that logistics in conflict zones is highly dependent on energy access. Power outages, damaged grids, and fuel shortages became critical constraints—even for digital systems. As such, the use of generators, power banks, and energy-independent communication devices became essential. Without them, logistics operations in hybrid warfare scenarios would have been impossible.

The overall analysis confirmed that emerging technologies play a vital role in maintaining logistics capability. GPS navigation, QR-code-based inventory systems, geospatial analytics platforms, and blockchain tracking proved most effective. When combined with human expertise—experienced logisticians, coordinators, and drivers—these tools ensured flexibility and speed of decision-making.

International cooperation also had a significant impact. With the support of the EU, NATO, the UN, and other organizations, Ukraine was able to launch rapid delivery projects, build border-area warehouses, and implement “green corridors” for humanitarian cargo. Several models tested in 2022–2023 are now seen as unique milestones in modern European humanitarian logistics [13].

The study highlighted positive examples of private sector integration into crisis logistics. Retail chains, agricultural logistics operators, and transport companies redirected their resources to support the Armed Forces of Ukraine and civilian needs. In such cases, businesses acted not as competitors but as state partners—an approach particularly relevant for countries reliant on private infrastructure where state resources are limited.

Finally, it is important to emphasize that effective logistics in conflict zones depends on the existence of a clear logistics doctrine. In most countries that have experienced conflict (e.g., Israel, the U.S., South Korea), such doctrines were developed in advance, considering all potential risks. Ukraine is gradually moving toward the formation of a similar national concept, and the experience gained since 2022 provides a unique empirical foundation for its institutionalization [14].

In conclusion, the research results support the need for a paradigm shift in logistics management under global security conditions. The key features of an

effective wartime logistics system include flexibility, digital integration, cross-sectoral coordination, modular architecture, rapid responsiveness, and resilience to multilayered risks.

Discussion of Results

The findings confirm the hypothesis that traditional logistics models designed for peacetime conditions are not capable of functioning effectively in the context of armed conflict. The primary reasons for this include the high volatility of the environment, systemic resource shortages, the multi-actor nature of logistics processes, and the constant threat of destruction to critical infrastructure elements. Ukraine's experience has demonstrated that the most viable logistics systems are those that combine decentralization, digitalization, and modular adaptation to crisis conditions.

Comparing the results with prior studies—particularly the works of Sheffi and Van Wassenhove—supports the conclusion that the concept of *resilience logistics* can only be fully realized when systems possess the capacity for rapid reconfiguration and autonomous local action. In Ukraine, this capacity was manifested through the deployment of mobile warehouses, contingency routes, and digital coordination platforms. However, the persistent weak link remains the strategic integration across sectors, which limits the long-term potential of system-wide logistics.

The technological innovations highlighted in the study—GPS navigation, blockchain tracking, and Telegram-based coordination—demonstrated high operational effectiveness. Yet they cannot compensate for organizational shortcomings, particularly in the areas of legal and administrative governance. Hence, technologies should be viewed as tools rather than substitutes for systemic management. The best outcomes are achieved only when technological potential is combined with organizational coherence and political will.

Therefore, the research findings have both theoretical and practical implications—not only for the development of national security strategies and emergency logistics management protocols, but also for improving state policy in the domain of critical infrastructure resilience. The Ukrainian experience, enriched by international approaches, has the potential to serve as a foundation for shaping a new European paradigm for security logistics.

Conclusions

This article has presented a comprehensive study of crisis management in logistics systems under the conditions of international armed conflicts. Real-world cases were analyzed, particularly Ukraine's experience during 2022–2024, and the main disruptive factors affecting logistics operations in combat environments were systematized. The most critical threats identified include physical destruction of infrastructure, resource shortages, cyber threats, and lack of cross-sectoral coordination. At the same time, it was found that the adaptive capacity of systems strongly depends on their digital maturity, modular architecture, and scenario-based planning.

The research results confirmed that effective wartime logistics is not possible without the implementation of flexible solutions, such as mobile warehouses,

multi-actor coordination, and digital information-sharing platforms. The most successful systems were those capable of rapidly reconfiguring routes, integrating volunteer, governmental, and international resources, and applying dynamic risk management. The key success factor is not merely technological capability, but the ability to coordinate under high uncertainty.

The scientific novelty of this study lies in the development of a comprehensive resilience assessment model for logistics systems in conflict environments, built on five functional parameters: digitalization, mobility, coordination, forecasting, and routing adaptability. This model enables not only the assessment of current logistics performance, but also the formulation of strategies for enhancing crisis resilience under conditions of hybrid warfare. Moreover, it can be used for strategic planning within national security systems.

The practical significance of the findings lies in their applicability to the improvement of government logistics management protocols, humanitarian mission planning, and the creation of information-analytical platforms for crisis response. In particular, the study recommends integrating dynamic routing models, embedding risk management systems into logistics platforms, and establishing a legal-regulatory framework for intersectoral logistics cooperation.

Future research should focus on developing automated logistics planning algorithms for combat scenarios using artificial intelligence, exploring the impact of climate factors on crisis logistics, and expanding the empirical base through the analysis of other countries. The summarized experience of Ukraine can serve as a foundation for building the next-generation security logistics framework, both in Europe and globally.

References

1. Sheffi, Y. *The Resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage*. – Cambridge: MIT Press, 2005. – 296 p.
2. Van Wassenhove, L. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear // *Journal of the Operational Research Society*. – 2006. – Vol. 57(5). – P. 475–489.
3. Boin, A., McConnell, A. Preparing for Critical Infrastructure Breakdowns: The Limits of Crisis Management and the Need for Resilience // *Journal of Contingencies and Crisis Management*. – 2007. – Vol. 15(1). – P. 50–59.
4. Pettit, T.J., Croxton, K.L., Fiksel, J. Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework // *Journal of Business Logistics*. – 2019. – Vol. 40(1). – P. 56–65.
5. Ben-Daya, M., Hassini, E., Bahroun, Z. Internet of Things and supply chain management: a literature review // *International Journal of Production Research*. – 2019. – Vol. 57(15-16). – P. 4719–4742.
6. Sokhatskyi, O. Polyparadigmatic uncertainty of international economic relations in the global security system // *Herald of Economics*. – 2024. – Vol. 2. – P. 198–217.
7. Sokhatskyi, O. Economic consequences of the Russian-Ukrainian war for European security // *Herald of Economics*. – 2024. – Vol. 1. – P. 137–154.

8. Сохацький, О.Ю. Поширення фінансових маніпуляцій як загроза глобальній економічній безпеці // Цільові проекти як інструмент відновлення соціально-економічної безпеки. – 2024.
9. Сохацька, О.М., Пішко, Р. Вдосконалення управління логістичною діяльністю українських підприємств в умовах широкомасштабної війни // Науковий вісник ЗУНУ. – 2024.
10. Business Insider. CEO Ukrainian drone-maker Athlon Avia on UAVs used against Russia [Electronic resource]. – 2025. – Available at: <https://www.businessinsider.com/ceo-ukrainian-drone-maker-athlon-avia-on-uavs-russia-2025-3>
11. NATO Support and Procurement Agency. Logistics Resilience in Complex Emergencies. – Brussels: NATO, 2023.
12. UNHCR. Emergency Handbook: Logistics and Supply. – Geneva: UNHCR, 2022. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://emergency.unhcr.org>
13. Freeman, R.E. Strategic Management: A Stakeholder Approach. – Boston: Pitman, 1984. – 276 p.
14. Christopher, M. Logistics and Supply Chain Management. – London: Pearson Education, 2016. – 348 p.
15. OECD. Supply Chains and Resilience: What Role for Policies? // OECD Policy Paper No. 30. – Paris: OECD Publishing, 2022. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oecd.org>
16. GMK Center. How the Russia-Ukraine war has impacted logistics routes and supply chains [Electronic resource]. – 2024. – Available at: <https://gmk.center/en/posts/how-the-russia-ukraine-war-has-impacted-on-logistics-routes-and-supply-chains>
17. Taran, I., Boiko, O. Adaptation of Logistics Companies to Functioning under the Restrictions Imposed by Military Operations // ResearchGate. – 2024. – Available at: https://www.researchgate.net/publication/371403834_Adaptation_of_Logistics_Companies_to_Functioning_under_the_Restrictions_Imposed_by_Military_Operations

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАТИКИ В УПРАВЛІННІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯМ
ДЛЯ ГАЛУЗЕЙ ГОСПОДАРЮВАННЯ УКРАЇНИ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ****Трухачова К.В.**

кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту,
маркетингу та інформаційних технологій,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
м.Херсон, Україна
ORCID: 0000-0001-7223-8067

**FEATURES OF INTRODUCING INNOVATION INTO ENERGY SAVING MANAGEMENT FOR
UKRAINIAN ECONOMY SECTORS: REALITIES AND PROSPECTS****Trukhachova K.**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Management, Marketing and
Information Technologies
Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-7223-8067>
DOI: [10.5281/zenodo.15654701](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654701)

Анотація

У статті проаналізовані питаннями сутності, походження та класифікації інновацій. Систематизовані трактування поняття інновації. Виділені сфери походження та застосування інновацій. Запропоновано авторське трактування поняття інновації. Виділено два загальні методи класифікації інновацій: прості, складні – багаторівневі. Конкретизовано інноваційний процес за його масштабністю, результатами та впливовістю. Окреслені питання щодо особливостей інноватики в управлінні енергозбереженням з позиції багаторівневого нашарування за сферами функціонування: для країни, для підприємств галузей господарювання, для індивіда. Виділені загальні проблеми у питаннях енергозбереження на рівні України існуючі енергетичні інновації, вимоги до них, перешкоди у застосуванні, наявні можливості та результати управлінських рішень у подоланні проблем у енергоефективності. Зазначені моменти допоможуть на практичному рівні обирати та застосувати методи оцінки ефективності від впровадження різних видів інновацій на конкретному суб'єкті економічної діяльності.

Abstract

The article analyzes the issues of the essence, origin and classification of innovations. The interpretation of the concept of innovation is systematized. The areas of origin and application of innovations are highlighted. The author's interpretation of the concept of innovation is proposed. Two general methods of classification of innovations are highlighted: simple, complex - multi-level. The innovation process is specified by its scale, results and influence. The issues related to the features of innovation in management for energy saving from the position of multi-level layering by functional areas are identified: for the country, for enterprises of economic sectors, for an individual. The following are highlighted: general problems in energy saving issues at the level of Ukraine; existing energy innovations with requirements for them; obstacles in their application; opportunities and results of management decisions in overcoming problems in energy efficiency. The specified points will help at the practical level to select and apply assessment methods for the effectiveness of implementing innovations in various forms on a specific entity in economic activity.

Ключові слова: управління енергозбереженням, інноватика, інновація, енергетична безпека, енергоефективність.

Keywords: energy conservation management, innovation, energy security, energy efficiency.

Постановка проблеми. Сучасні тенденції трансформації всіх системних елементів України зумовлюють визначальну роль і місце інновацій у забезпеченні якісних змін у напрямку сьогоденного живлення країни, її подальшого розвитку і становлення як лідера впровадження таких змін на світовій арені.

Сьогоденна повістка для України, на тлі драматичних подій, сформована навколо енергетичної безпеки. Шляхом забезпечення енергетичної безпеки країни має бути впровадження інновацій у галузі.

Отже, впровадження якісних змін, у даному контексті, формує напрямки та пріоритети у економічному зростанні. Такий порядок речей, в свою чергу, може називатися розвитком, якщо несе у собі інноваційну складову, а інновації є двигуном усієї системи до перебудови і перехід у новий стан існування. Отже, перехід України на інноваційний шлях розвитку зумовлює посилення уваги з боку держави до підприємств які займаються розробкою й впровадженням інновацій, зокрема й енергетичних.

Аналіз публікацій. Знані науковці: Краснокутська Н.В., Кропельницька С.О., Крисальний О.В., Мозіль О.І., Павленко І.А., Тиновчук С.О., Тиновчук С.В., Ткачук І.Г., Цигилик І.І., Шумпетер Й. та багато інших протягом тривалого часу підіймали питання щодо розуміння сутності інновацій та їх місцем у розвитку на мікро- і макрорівнях. Однак, на сучасному етапі розвитку науки й виробництва виявляються нові властивості, сфери походження і застосування інновацій, проблемою залишаються теоретико-методологічні питання щодо їх сутності і впровадження у енергозбереженні, їх функціональна адаптація у соціально-економічному житті.

Постановка завдання. Поглиблення теоретичних основ сутності, сфери походження, застосування, класифікації інновацій як управлінської категорії; висвітлення сучасних тенденцій і перспектив запровадження інновацій у енергозбереженні, їх функціональна адаптація у сучасних умовах України за сферами діяльності – зумовили мету дослідження.

Виклад основного матеріалу досліджень.

Спираючись на загальноприйняте поняття «інновації» її можна визначити, як сферу розуміння інновацій як явища, а також: процесів щодо їх формування, адаптації у соціумі та соціуму і людини до них; їх розвитку через освоєння, використання та поширення; управління ними в усіх сферах функціонування через методологію, організацію, механізми контрольованих змін.

Посилаючись на наведену дефініцію «інновації» треба зазначити, що енергоефективність, сьогодні та у майбутньому, є безпреміїним аспектом життя кожної людини. Спіратися зазначений факт має саме на інновації у енергоспоживанні та енергозбереженні.

Дослідження літературних джерел показали, що інновації трактуються різними вченими в залежності від особистих уподобань, об'єкту дослідження та сфери діяльності. Відтак, можна виділити п'ять основних напрямків тлумачення зазначеного поняття: процес, наслідок, втілення, чинник, результат (рис. 1).

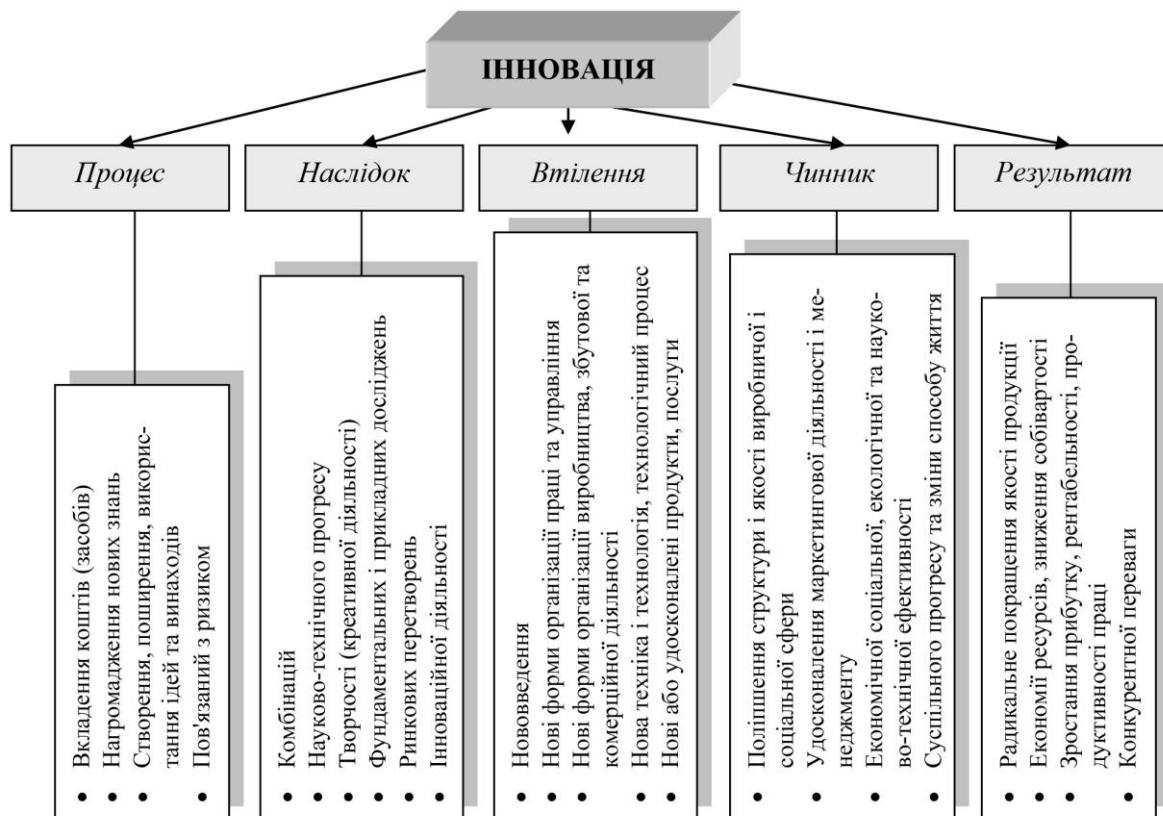


Рис. 1. Систематизація понять інновація

[авторська розробка]

Керуючись трактуваннями інновації різних авторів та вище зазначеною схемою можна виділити наступні сфери походження інновацій: соціальна, виробнича, обслуговування, освітня, наукова, фінансова, ринкова, екологічна та інші. На даному етапі дослідження нас цікавлять саме ці сфери походження інновацій оскільки вони тісно пов'язані із діяльністю виробничого підприємства і, як відомо, кожна з них пов'язана зі всіма іншими (рис 2).

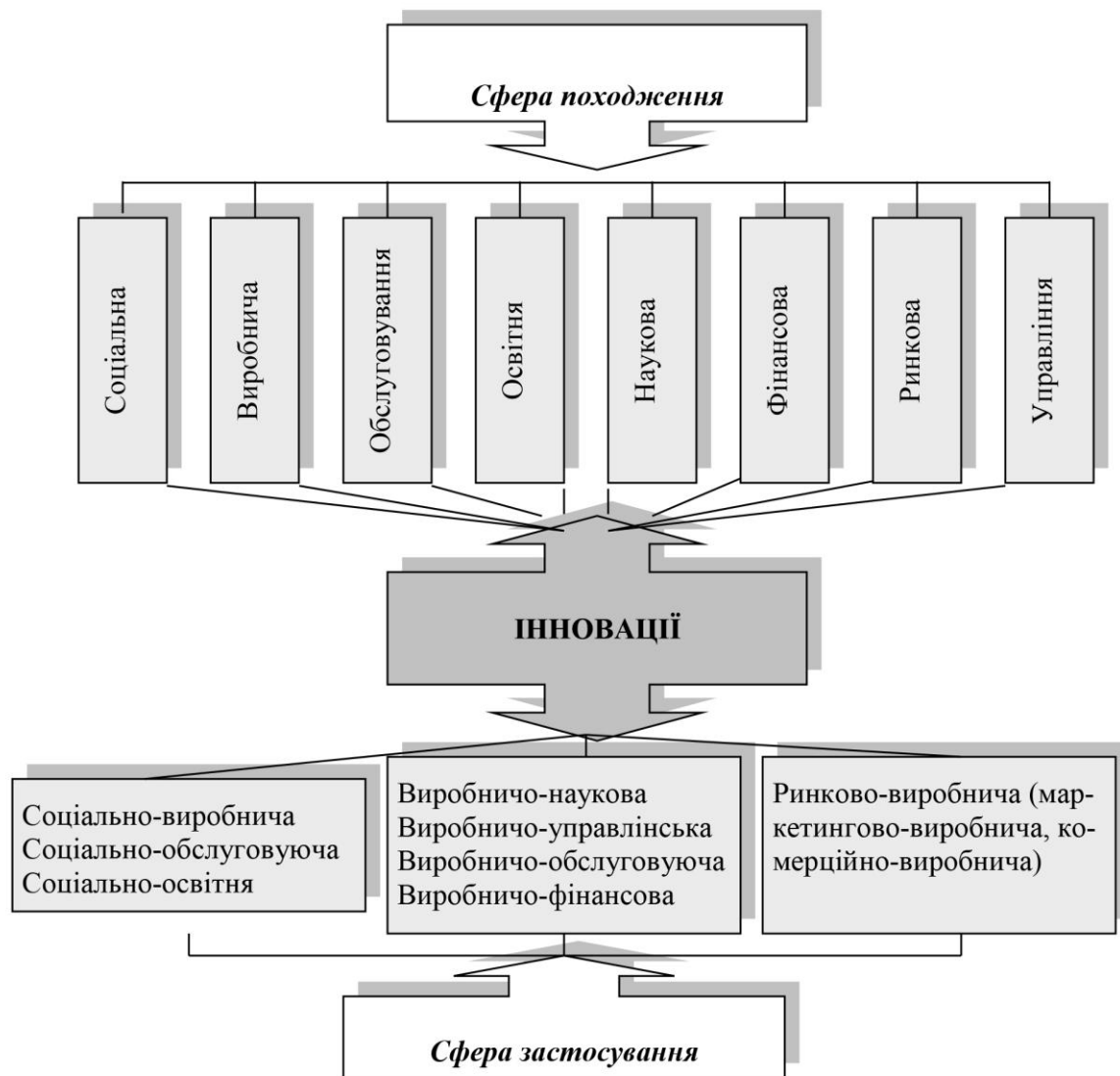


Рис. 2. Сфери походження та застосування інновацій

[авторська розробка]

Представлений рисунок дає можливість з'ясувати взаємодію різних сфер походження інновацій та формування інновації відповідно до етапів інноваційного процесу.

Таким чином, поняття «інновація», у такому контексті, має вигляд кінцевого результату інноваційної діяльності в основі якого лежать старі чи нові знання, новітні технології чи технології які раніше не використовувались у даній сфері діяльності, незвичайна кооперація факторів виробництва з метою отримання довготривалого інтегрального ефекту, нових організаційних та управлінських рішень, нових продуктів, послуг з новими якістьми та високим ринковим попитом.

За для подальшого розкриття сутності інновацій, різноманіття та багатогранності областей використання, методів і способів управління ними необхідним є вивчення їх способів класифікації.

Вивчення літературних джерел [2-4; 6; 9; 11] дало змогу розділити методи класифікації інновацій на прості і складні – багаторівневі.

Класифікація за простими методами здійснюється в залежності від: змісту (продуктові, техно-

логічні, ринкові); ступеня новизни і значущості (базисні інновації, поліпшуючі інновації, псевдо інновації); в залежності від використання наукових знань та областей їх застосування. А складні – багаторівневі класифікації різняться нашаруваннями різних методів і прийомів поєднання інновацій.

Всі розглянуті тлумачення та методи класифікацій інновацій дали змогу визначити інновацію і конкретизувати інноваційний процес за його масштабністю, результатами та впливовістю, як це показано на рисунку 3. Сконцентрована інформація допоможе обрати та застосувати методи оцінки ефективності від впровадження різних видів інновацій на конкретному суб'єкті економічної діяльності.

Будь яка інновація – є продуктом спрямованих вольових зусиль у подоланні проблем, що неминує виникати на шляху розвитку. Спрямовані вольові зусилля, по суті, є управлінськими рішеннями, які відповідають певним вимогам, а також спрямовані на подолання перешкод, що сформовані виходячи із сучасного стану системи і можливостей продуктованих внутрішнім і зовнішнім середовищем.

Етапи інноваційного процесу	Науковий		Техніко-технологічний			Виробничий	Експлуатаційний	
Види інноваційної діяльності	Фундаментальні дослідження	Прикладні дослідження	Технічні розробки	Дослідне виробництво	Підготовка до виробництва	Промислове виробництво	Маркетингові дослідження	Збут
Результати інноваційної діяльності	Нові наукові знання		Процесні перетворення			Продуктові інновації	Ринкові інновації	
Масштаб застосування	Глобальні		Галузеві				Локальні	
Типи нововведень	Радикальні		Поліпшуючі				Модифікаційні	
Види інновацій	Відкриття	Винаходи	Нові технології та техніка виробництва продукції		Нові організація виробництва та управлінські процеси	Нові товари Нові послуги	Нові методи діяльності на ринку	
Вид ефекту від впровадження інновації	Екологічний						Соціальний	
	Економічний					Екологічний		
	Соціальний		Економічний					
	Інтегральний							

Рис. 3. Таблиця видів інновацій відповідно до інноваційного процесу та ефективності
[авторська розробка]

Отже, спираючись на вище наведену інформацію, розглядати особливості інноватики в управлінні енергозбереженням треба з позиції багаторівневого нашарування за сферами функціонування: для країни, для підприємств галузей господарювання, для індивіда.

Керуючись дедукційним модусом розкриття сутності явища інновацій в енергозбереженні (досягнення в науці, техніці, технологіях виробництва та акумулювання електроенергії) – на основі деталей, розглянемо ланцюг інноватики в управлінні енергозбереженням починаючи з потреб споживачів енергії.

Доречним буде почати із завдань енергозбереження, які треба вирішити у соціальній сфері (рис. 2), а саме: підвищення зацікавлення споживачів державою у енергозбереженні за допомогою: розвитку інституційних та фінансових програм підтримки; цифровізації соціальної сфери в енергозбереженні; формування кадрового потенціалу з компетенціями у відновлювальній енергетиці.

Інструментами для реалізації зазначених завдань є ряд рішень та технологій [1, 7]:

- дизайнерські рішення пов'язані із багаторівневою системою освітлення, яка заснована на методах створення аварійного освітлення з використанням автономної та мережевої системи живлення. Така «домашня система» базується на використанні: світлодіодних стрічок та світло-відбиваючого матеріалу (дзеркальні поверхні, світлопоглинаючі фарби, металізовані поверхні) в якості додаткового джерела живлення для створення світлових маркерів.

- smart-мережі, які, за допомогою цифрових технологій, змінюють доступність електроенергії відповідно до потреб її використання;

- водневі та кисневі паливні комірки для транспортних засобів, відпрацюваннями яких є тепло та вода;

- літій-кисневі акумулятори для електромобілів, які на сьогодні потребують наукового доопрацювання у частині коротких замикань та швидкої втрати енергії;

- сонячні панелі на космічній сонячній енергії, які підключаються безпосередньо не до енергомережі будинку, а за допомогою технологій бездротової передачі енергії у житло, що вже успішно впроваджуються.

- кремнієві сонячні панелі, для використання яких основною проблемою є геополітичне виробництво кристалічного та аморфного кремнію (основні видобувачі: Китай, РФ, Норвегія, Бразилія, США, Україна – 12 місце);

- електростанції оснащені приливними турбінами - особливого значення набувають у морських регіонах, але потребують урахування інтересів промислового бізнесу;

- технології «четвертого покоління» у мирному атомі розвиваються сьогодні на рівні активних досліджень і розробок щодо внесення істотних змін в існуючі ядерні реактори.

Щодо практики інноватики в управлінні енергозбереженням як можливостей для розвитку підприємств та галузей господарювання, треба відмітити масштабну програму “Інноватори енергоефективності України” [8].

Дана комплексна акселераційна програма для українських підприємств, які розробляють інноваційні рішення енергоефективності була запроваджена у січні 2024 року. Вже на весні 2025 року ініціатори програми запропонували оновлення каталогу інноваторів енергоефективності України через пропозицію долучитися бізнесу та організації, які дотичні до розробки й впровадження енергоефективних інновацій, на порталі Дія [5]. Окреслені ініціативи спрямовані на: розвиток сталої енергетики; підтримку українських підприємств-інноваторів на ринку енергоефективних технологій; просування України як надійного партнера та конкурентоспроможного гравця на глобальному рівні; забезпечення енергетичного майбутнього країни.

Загальні проблеми у питаннях енергозбереження на рівні України існуючі енергетичні інновації, вимоги до них, перешкоди у застосуванні, наявні можливості та результати управлінських рішень у подоланні проблем на рівні держави окреслені у таблиці 2.

Таблиця 2

Актуалізація інноватики в управлінні енергозбереженням для галузей господарювання України*

Характерні особливості в управлінні в енергозберезненям				
Ключові елементи в управлінні енергозберезненям	Висока енергозалежність країни від зовнішніх постачань газу та обмежені можливості внутрішнього видобутку. Ефективність використання природного газу як джерела теплової енергії визнано лише прийнятним, що не може бути достатнім особливо з огляду на високий відсоток використання природного газу в енергетичному секторі України.	Досить значна частка вугільного палива в енергетичному потенціалі України, але з загрозою низькою ефективності його використання.	Відсутність будь-яких державних інструментів стимулювання використання альтернативних технологій та інновацій в енергетичній сфері.	Низька ефективність використання традиційних видів палива. Недостатньо широко представлені та майже не використовуються нетрадиційні та відновлювані джерела електроенергії (НВДЕ).
Проблеми енергетичного сектору				
Енергетичні інновації	Розвиток водневої енергетики: - базисний – виробництво водню на основі традиційних джерел енергії (вугілля, нафта, газ); - водневий – виробництво водню на основі альтернативних, у тому числі відновлюваних джерел енергії, включаючи гідроенергетику, шляхом електролізу води.	Викорисання теплової енергетики на біопаливі замість бензину і виробляти з будь-якого органічного матеріалу, включаючи вміст каналізаційних труб.	Сонячні батареї, основою яких є неорганічні напівпровідникові матеріали, причому найбільше значення має кристалічний та аморфний кремній.	Видобуток та утилізація шахтного метану.
Вимоги до інноваційних енергопродуктів	Високий рівень проінформованості підприємців-потенційних покупців про інновації в енергетиці.	Енергетичні установки мають споживати альтернативні види палива.	Установки мають бути екологічно безпечними.	Високий коефіцієнт корисної дії палива, використаного для роботи когенераційної установки.

Продовження таблиці 2

<i>Перешкоди виробництва інноваційної енергії</i>	Немає жодної стратегії розвитку водневої енергетики в Україні; Відсутні заходи щодо стимулювання виробництва та споживання водневого палива Немає промислової бази.	Енергетична ефективність установок повинна відповідати світовим стандартам.	Відсутні захоплення наукових розробок у галузі енергетики.	Зберігається висока вартість досліджень та обладнання для досліджень у даній галузі та на даному етапі розвитку ядерної енергетики, ще не був збудований жоден з запропонованих реакторів четвертого покоління.	Монополія на ринку електроенергії та володіють електромережею, куди повинен подаватися струм когенераційних установок Одиничні машинобудівні підприємствами, що виробляють когенераційні установки є АТБТ «Первомайськдизельмаш» та АК «Південьтрансенерго».
<i>Можливості енергетичного сектору країни</i>	Відповідно до «водневого» сценарію широкомасштабне виробництво водню у світі розпочнеться після 2030 року і буде стимулюватися зниженням вартості водневих технологій та зростанням споживання водню у транспортному секторі, на ТЕЦ для виробництва електроенергії та тепла	Когенераційні установки, що можуть працювати на біодизелі, шахтних газах та інших альтернативних джерелах енергії відходи деревини, господарчої діяльності, сільського господарства, звалища, смітники, біопаливо, торф (запаси якого в Україні становлять більше 7 млрд. т) пелетний котел, що працює на паливних гранулах.	Наявна база вітрогенераторів та вітроелектростанцій, Сонячних генераторів та електростанцій	Потужна база ядерної енергетики	Наявність ресурсів шахтного метану в Україні є значними. Швидка окупність когенераційної установи та теплового насосу
<i>Управлінські рішення</i>	Для водневої енергетики: - проведення досліджень у галузі водневої енергетики; - впровадження наукових розробок у галузі водневої енергетики підприємствами, що виробляють енергетичне обладнання; - стимулювання попиту на екологічне чисте обладнання.	Утилізація промислових та побутових відходів визнати самостійною багатогранною можливістю та проблемою одночасно. Поліпшення екологічного стану і безпеки у вугледобуванні через зменшення частки ТЕЦ у виробництві електроенергії.	Зниження викидів шкідливих речовин в атмосферу, підвищення ефективності використання паливних ресурсів і, як наслідок, підвищення енергонезалежності підприємств.	Активні дослідження і розробки по внесенню істотних змін в існуючі реактори. Налагодження переробки небезпечних відходів.	Покращення якості життя населення за допомогою стримування росту тарифів на тепло та електроенергію, покращення якості послуг й децентралізація опалення.

* Авторська розробка з використанням матеріалів [10]

Висновки. Розглянуті вище теоретичні концепції щодо тлумачень інновацій дають змогу стверджувати, що у практичному сенсі, виживання і подальший розвиток підприємства сьогодні залежить від того: чи займається підприємство інноваційними розробками; на скільки підприємство залучене до інноваційного процесу і які стадії даного процесу (фундаментальні дослідження, прикладні дослідження, технічні розробки, дослідне виробництво, підготовка до виробництва, промислове виробництво, маркетингові дослідження, збут) відповідають його основній діяльності. А що стосується теоретичних аспектів інноваційної діяльності, вони дають змогу узагальнити класифікаційні ознаки інновацій і конкретизувати процес виникнення і застосування їх за масштабністю, результативністю та впливовістю на економіку і підприємство й допомагають обрати та застосувати методи оцінки ефективності від впровадження різних видів інновацій на конкретному суб'єкті господарювання, зокрема, у енергетичному секторі України.

Список літератури

1. Голобородько О. П., Краус Н. М., Краус К. М. Інституалізація інноваційної складової сфери енергозбереження на засадах цифровізації. Інституційний репозиторій Київського столичного університету імені Бориса Грінченка. 2018. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/27661/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%8F%20%D1%82%D0%B5%D0%B7.pdf>.
2. Краснокутська Н.В. Інноваційний менеджмент: Навч. Посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 504 с.
3. Крисальний О.В. Організаційно-економічні особливості інноваційної діяльності. Економіка АПК. 2005. №8. С.10-13.
4. Павленко І.А. Економіка та організація інноваційної діяльності: Навч. посіб. – Вид. 2-ге, без змін. – К.: КНЕУ, 2006. – 204 с.
5. Скрупник Р. Оновлення Каталогу інноваторів енергоефективності України на порталі Дія. Бізнес: відкрито форму для подачі заявок. Портал «Ремесло.медіа». 2025. URL: <https://remeslo.media/2025/05/19/inovations-diia-business/>.
6. Тивончук С.О., Тивончук С.В. Методологічні підходи щодо управління інноваційною діяльністю. Економіка АПК. 2005. №12. С.67-71.
7. Цибуля М. Багаторівнева система освітлення як автономна альтернатива при мережевих відключеннях. Інституційний репозитарій (електронного архіву) Київського національного університету технологій та дизайну. 2022. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/22792/1/Innovatyka2022_V1_P256-260.pdf.
8. Цибулько А. Литвин В. Інноватори енергоефективності України. Портал «Асоціація енергоаудиторів України». 2024. URL: <https://aea.org.ua/2024/01/innovatory-enerhoefektyvnosti-ukrainy/>.
9. Цигилик І.І., Крпельницька С.О., Мозіль О.І., Ткачук І.Г. Економіка й організація інноваційної діяльності: Навч. Посібник. – Київ: «Центр навчальної літератури», 2004. – 128 с.
10. Юдін М. А. Інновації в енергозбереженні як засіб підтримання енергетичної безпеки держави. Економічні інновації. Випуск 41. 2010. С. 302-310. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/66584/35-Yudin.pdf?sequence=1>.
11. Satarelli, E. and Pesciarelli, E. The Emergence of Vision: The Development of Schumpeters Theory of Entrepreneurship. History of Political Economy. Vol. 22. 1990. № 4. p. 677.

FOREST ECOLOGY

НАБЛИЖЕНЕ ДО ПРИРОДИ ЛІСІВНИЦТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕКОСИСТЕМНОЇ АДАПТАЦІЇ ДО КЛІМАТИЧНИХ ВИКЛИКІВ

Вишневецький А.В.

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан факультету лісового господарства та екології, за внутрішнім сумісництвом доцент кафедри лісівництва, лісових культур і таксації лісу
Поліський національний університет*

Мороз В.В.

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент, директор Навчально-наукового центру сталого енергетичного розвитку та кліматичної безпеки
Західноукраїнський національний університет*

Турко В.М.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу

Поліський національний університет

Грищенко Д.С.

аспірант

Поліський національний університет

Соколовський С.П.

студент

Поліський національний університет

CLOSE-TO-NATURE FORESTRY AS A TOOL FOR ECOSYSTEM ADAPTATION TO CLIMATE CHALLENGES

Vyshnevskiy A.,

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Forestry and Ecology, part-time Associate Professor of the Department of Forestry, Forest Crops and Forest Taxation
Polissya National University*

Moroz V.,

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Director of the Educational and Research Center for Sustainable Energy Development and Climate Security
West Ukrainian National University*

Turko V.,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Forestry, Forest Crops and Forest Taxation

Polissya National University

Hryshchenko D.,

postgraduate student

Polissia National University

Sokolovskyi S.

student

Polissia National University

DOI: [10.5281/zenodo.15654713](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654713)

Анотація

У статті проаналізовано практику рубок головного користування в ДП «Коростенський лісгосп АПК» у контексті наближеного до природи лісівництва. Оцінено екологічну ефективність вибіркового рубки, потенціал природного поновлення та адаптацію лісових екосистем до кліматичних змін. Обґрунтовано доцільність переходу до екосистемного управління лісами.

Abstract

The article analyzes the practice of final felling in the State Enterprise "Korosten Forestry AIC" in the context of close-to-nature silviculture. It assesses the ecological effectiveness of selective logging, the potential for natural regeneration, and the adaptation of forest ecosystems to climate change. The study justifies the transition to ecosystem-based forest management.

Ключові слова: сталий лісгосподарський менеджмент, вибіркові рубки, природне поновлення, біорізноманіття, екологічна стійкість, нормативне регулювання, Полісся України.

Keywords: sustainable forest management, selective cutting, natural regeneration, biodiversity, ecological resilience, regulatory framework, Ukrainian Polissia.

Вступ. Сучасне лісове господарство України перебуває на етапі трансформації, зумовленої внутрішніми екологічними викликами та глобальними кліматичними змінами. Одним із ключових завдань є досягнення балансу між економічною доцільністю заготівлі деревини та збереженням екосистемних функцій лісів. У чутливих регіонах, таких як Полісся, традиційні суцільні рубки спричиняють деградацію ґрунтів, зниження біорізноманіття та ослаблення здатності екосистем до самовідновлення (Schütz, 1998; Spathelf et al., 2015) [4, 5].

У цьому контексті наближене до природи лісівництво (НПЛ) постає як ефективна альтернатива традиційним моделям. Базові принципи НПЛ, сформульовані J.-P. Schütz, передбачають використання вибіркового та групово-поступових рубок, мінімізацію втручання в ґрунтовий покрив і стимулювання природного поновлення (Schütz, 1998) [4]. Подальші дослідження Spathelf, Bolte та van der Maaten (2015) доводять, що такі підходи підвищують стійкість лісових екосистем до кліматичних змін, сприяють підтриманню біорізноманіття та зменшують антропогенний тиск [5].

Разом з тим, український контекст характеризується наявністю нормативно-методичного вакууму, обмеженим застосуванням вибіркового рубок і низькою часткою природного поновлення (Пастернак В. П. та ін., 2023) [3]. За даними УкрНДЦЛГА, частка вибіркового рубок у багатьох лісгоспах не перевищує 10 %, що ускладнює досягнення екологічної рівноваги в умовах змін клімату [6].

Метою цієї статті є оцінка потенціалу НПЛ як інструменту екосистемної адаптації до кліматичних викликів на прикладі діяльності ДП «Коростенський лісгосп АПК» Житомирського Полісся України. Аналіз базується на просторово-екологічній оцінці рубок головного користування, моніторингу стану ґрунтів і динаміки природного поновлення, а також враховує актуальні наукові рекомендації (Bettinger et al., 2017; Krynytskyi et al., 2017) [1, 2].

Методика досліджень. Методологічна основа дослідження ґрунтується на принципах сталого лісочористування, адаптованих до умов Поліського регіону, а також на міждисциплінарному підході, який поєднує правовий, екологічний, лісівничий та статистичний аналіз. Основним об'єктом дослідження виступає система організації та проведення рубок головного користування в межах ДП «Коростенський лісгосп АПК», а предметом – їх екологічна та нормативна ефективність у контексті адаптації лісових екосистем до кліматичних змін.

На першому етапі дослідження здійснено нормативно-правовий аналіз, який полягав у співставленні фактичної діяльності підприємства з вимогами чинного законодавства, зокрема Лісового кодексу України та Правил рубок головного користування в лісах України (Наказ Держкомлісгоспу №364 від 23.12.2009 р.). Особливу увагу приділено способам рубок, віку стиглості деревостанів та обсягам заготівлі деревини у відповідних категоріях лісів.

Для оцінки просторових характеристик рубок та ефективності планування лісосік було використано контент-аналіз офіційної документації підприємства, включаючи щорічний звіт за 2024 рік, матеріали оцінки впливу на довкілля (ОВД) та планові картограми. На основі цих джерел здійснено розрахунки площ рубок, їх розподілу за лісництвами, а також зміни обсягів у динаміці 2024–2025 років. Це дозволило встановити рівень відповідності господарської практики критеріям сталого лісоуправління.

Для оцінки фізико-механічного стану ґрунтів на ділянках, де проводилися рубки, проведено моніторинг щільності верхнього шару ґрунту до та після заготівлі. Вимірювання здійснювалися в чотирьох основних лісництвах підприємства. Отримані дані порівнювалися з екологічними нормативами, що дозволило оцінити ступінь антропогенного впливу на ґрунтовий покрив. Методика базувалася на підходах, запропонованих Bettinger et al. (2017), які передбачають визначення допустимих меж ущільнення для збереження водно-повітряного режиму [1].

Крім того, у дослідженні використано порівняльний аналіз: параметри діяльності ДП «Коростенський лісгосп АПК» співвідносилися із середніми показниками Житомирського Полісся. Це дозволило ідентифікувати регіональні особливості ведення лісового господарства та відхилення від типових практик. Також було враховано природно-географічні чинники – тип ґрунтів, вологість, породний склад, які мають суттєвий вплив на вибір лісівничих заходів.

На завершальному етапі проведено SWOT-аналіз діяльності підприємства з метою виявлення сильних і слабких сторін, можливостей та загроз у впровадженні наближеного до природи лісівництва. Такий підхід дозволив інтегрувати як внутрішні, так і зовнішні чинники, що впливають на адаптивність лісгосподарської системи до кліматичних змін. Методологічне підґрунтя для цього аналізу було запозичено з робіт Spathelf, Bolte та van der Maaten (2015), які пропонують системний підхід до оцінки стійкості лісів в умовах глобального потепління [5].

Таким чином, дослідження спирається на перевірену наукову базу, поєднує якісні та кількісні методи аналізу, а також забезпечує комплексну оцінку впливу рубок головного користування на екологічний стан лісових екосистем Полісся в умовах кліматичних викликів.

Результати досліджень. Результати просторово-часового аналізу свідчать про тенденцію до зменшення площі рубок головного користування (РГК) у ДП «Коростенський лісгосп АПК» протягом останніх двох років. У 2024 році площа відведених під РГК лісосік становила 155,9 га, у той час як у 2025 році цей показник знизився до 67,9 га. Це скорочення більш ніж на 56 % (Рис. 1), що може бути інтерпретовано як спроба підприємства адаптувати свою господарську діяльність до екологічних вимог і принципів сталого розвитку.

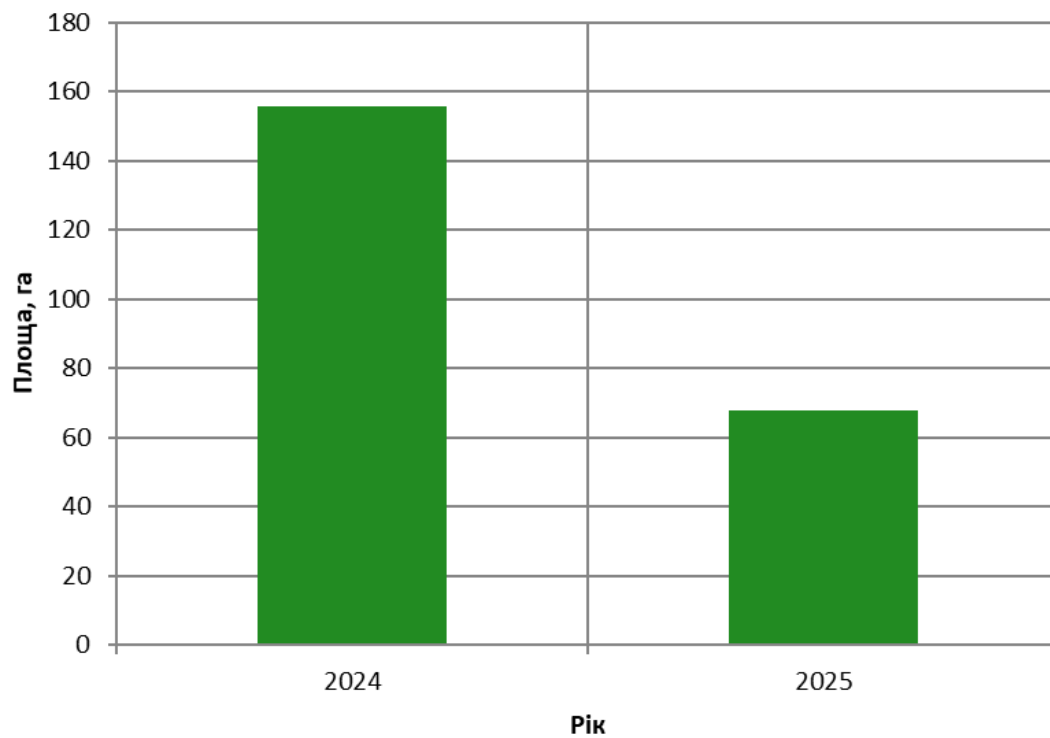


Рис. 1. Динаміка площі рубок головного користування у 2024–2025 роках

Скорочення площ рубок корелює з посиленням екологічних вимог у контексті реалізації положень Європейського зеленого курсу, а також з внутрішніми адміністративними заходами щодо оптимізації використання розрахункової лісосіки. Підтвердження цьому можна знайти в роботах Кругутський et al. (2017), які акцентують на необхідності регіонального планування обсягів рубок із врахуванням фітоекологічних обмежень [2].

Розподіл навантаження на окремі лісництва свідчить про нерівномірність планування РГК у межах підприємства. Найбільше навантаження у 2024 році припало на Меленівське лісництво (72,0 га), що пояснюється високою часткою стиглих і перестійних насаджень. Водночас у Коростенському лісництві площа рубок становила лише 11,1 га, що зумовлено наявністю заповідних ділянок і рекреаційною цінністю території (Рис. 2).

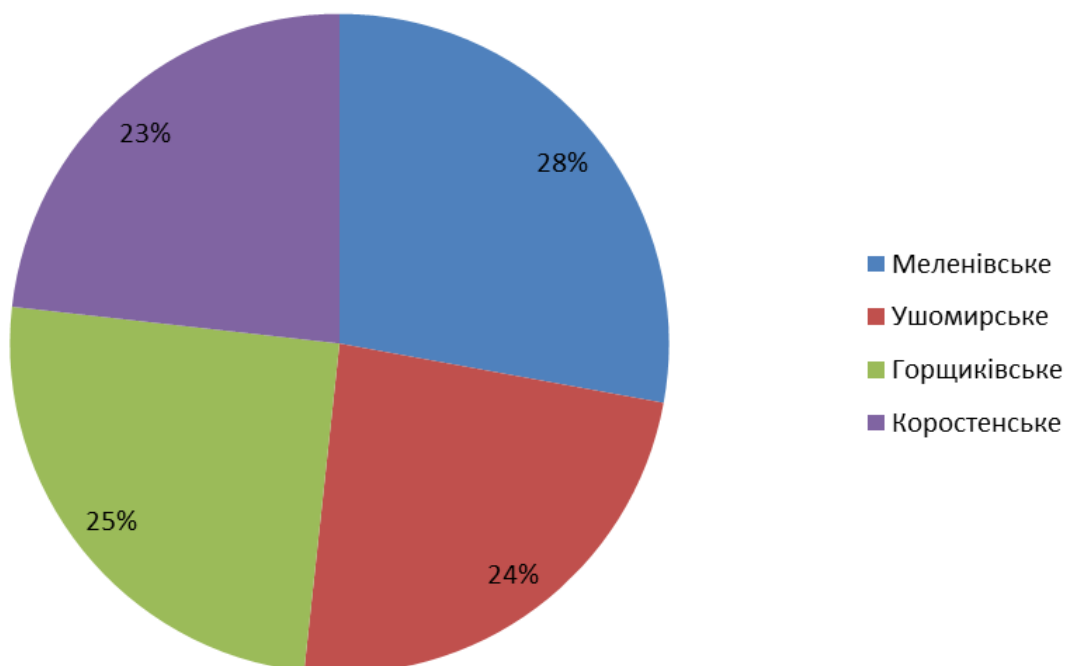


Рис. 2. Розподіл площ рубок головного користування за лісництвами

Оцінка фізико-механічного стану ґрунту до та після проведення рубок у чотирьох основних лісництвах (Коростенське, Ушомирське, Горщиківське, Меленівське) показала відсутність значного ущільнення ґрунтового профілю. Як видно з

таблиці 1, середнє відхилення щільності ґрунту після рубок не перевищувало 0,03 г/см³, що знаходиться в межах природної варіації.

Таблиця 1

Показники ущільнення ґрунту (одиниці виміру)

Лісництво	До рубок	Після рубок
Коростенське	1,00	1,03
Горщиківське	1,02	1,04
Меленівське	0,98	1,01
Ушомирське	1,00	1,02

Відсутність суттєвого ущільнення підтверджує дотримання підприємством технологічних норм щодо сезонності проведення рубок, зокрема уникнення робіт у періоди надмірної вологості. Аналогічні результати зафіксовано у дослідженнях Bettinger et al. (2017), де наголошується на важливості мінімізації механічного впливу на ґрунт при здійсненні вибіркового або поступового рубок [1].

Аналіз породного складу ділянок, охоплених рубками, демонструє типову для Полісся домінантність сосни звичайної (*Pinus sylvestris*), яка становить 51,3 % загального обсягу деревини, що підлягала заготівлі. Інші представлені породи включають березу (*Betula spp.*, 30,1 %), вільху (*Alnus spp.*, 12,8 %) та осика (*Populus tremula*, 5,7 %) (Рис. 3).

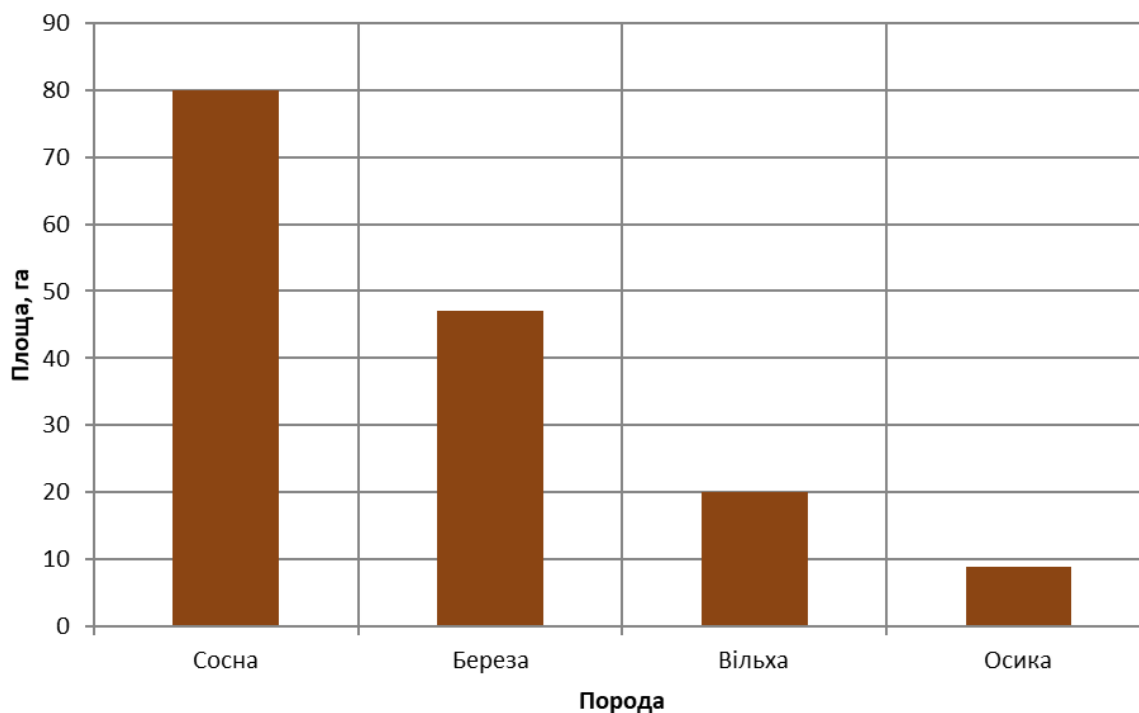


Рис. 3. Породний склад деревостанів, що підлягають рубкам головного користування

Подібна структура підтверджує наявність природної мозаїчності лісових екосистем, однак високий рівень монодомінування сосни свідчить про вразливість до кліматичних та фітосанітарних загроз. Schütz (1998) зазначає, що у рівнинних регіонах із бідними супіщаними ґрунтами, як у випадку Полісся, суцільні рубки можуть знижувати запас вологи та спричиняти пригнічення природного поновлення тіньовитривалих автохтонних видів [4].

Водночас спостерігається позитивна динаміка щодо природного поновлення – частка природного підросту зросла з 15 % у 2020 році до 23 % у 2024

році. Це створює підґрунтя для поступового переходу до моделей, орієнтованих на природне відновлення та формування змішаних, різновікових деревостанів.

Порівняльний аналіз традиційної моделі ведення лісового господарства із підходами наближеного до природи лісівництва (НПЛ) свідчить про суттєві відмінності за критеріями довгострокової ефективності, стійкості до змін клімату та екологічного впливу. Зокрема, у традиційній моделі переважають суцільні рубки та штучне заліснення, у той час як НПЛ базується на вибіркового рубках, підтримці структурної різноманітності та пріоритеті природного поновлення (табл. 2).

Порівняльна традиційної та НПЛ-моделі лісоуправління
(адаптовано за Schütz, 1998; Spathelf et al., 2015) [4, 5]

Параметр	Традиційна модель	НПЛ-підхід
Тип рубок	Суцільні	Вибіркові, поступові
Спосіб поновлення	Штучне залісення	Природне поновлення
Екологічний вплив	Високий	Низький
Різновіковість насаджень	Одновікові монокультури	Різновікові мозаїчні структури
Адаптивність до змін клімату	Обмежена	Висока
Біорізноманіття	Знижується	Підтримується і посилюється

Незважаючи на явні переваги, частка рубок, що відповідають принципам НПЛ, у структурі підприємства залишається на рівні 8–10 %, що свідчить про обмежену інтеграцію біоорієнтованих стратегій. Цей факт обумовлений як інституційними бар'єрами, так і нестачею відповідної технологічної документації, що підтверджується SWOT-аналізом, проведеним у наступному розділі.

Висновки. Результати дослідження системи рубок головного користування в ДП «Коростенський лісгосп АПК» свідчать про наявність як позитивних зрушень у напрямку сталого лісоуправління, так і численних обмежень у впровадженні принципів наближеного до природи лісівництва. Скорочення площі РГК у 2025 році порівняно з 2024 роком, а також зростання частки природного поновлення деревних порід є свідченням часткової адаптації підприємства до сучасних екологічних викликів та кліматичних загроз.

Незначні зміни щільності ґрунту після проведення рубок підтверджують ефективність вибраних технологій заготівлі, зокрема дотримання сезонних режимів і уникнення робіт у періоди високої вологості. Проте структура рубок і надалі залишається переважно орієнтованою на суцільне господарювання з домінуванням соснових монокультур, що є вразливими до біотичних та абіотичних чинників, включаючи шкідників, пожежі та кліматичні аномалії.

Проведений порівняльний аналіз показав, що впровадження принципів НПЛ – вибіркових і поступових рубок, природного поновлення, підтримки різновіковості та структурної мозаїчності – забезпечує вищу довгострокову стійкість лісових екосистем, покращує біорізноманіття та екосистемні функції. Ці підходи довели свою ефективність у країнах Центральної Європи (Schütz, 1998; Spathelf et al., 2015) [4, 5], і мають бути адаптовані до українських умов з урахуванням регіональних особливостей Полісся.

SWOT-аналіз виявив наявність кадрових і технічних ресурсів у підприємства для переходу до нової моделі лісоуправління, проте впровадження

НПЛ стримується відсутністю типових технологічних карт, низьким рівнем підготовки персоналу та формалізованістю процедур громадського обговорення. Водночас екологічна ситуація, зростання пожежної небезпеки та запити суспільства на екологічно відповідальне господарювання актуалізують потребу трансформації галузі.

Таким чином, перехід до наближеного до природи лісівництва є не лише науково обґрунтованим, але й практично необхідним інструментом адаптації лісів до кліматичних змін. Його впровадження дозволить зберегти продуктивність і резилієнтність лісових екосистем, забезпечити виконання міжнародних екологічних зобов'язань України та зміцнити довіру громадськості до лісової політики держави.

Список літератури

1. Bettinger, P., Boston, K., Siry, J. P., & Grebner, D. L. (2017). *Forest management and planning* (2nd ed.). Academic Press.
2. Krynytskyi, H. T., Horban, V. M., & Prokopenko, A. V. (2017). Transformation of forestry in the context of sustainable management: Ukrainian perspective. *Lisivnytstvo i Ahrolisomelioratsiia*, 131(1), 22–30.
3. Pasternak, V. P., Hirs, O. A., & Nazarenko, V. V. (2023). Dynamics of logging volumes in pine forests of Ukrainian Polissia under climate pressure. *Forestry of Ukraine*, 30(2), 15–24.
4. Schütz, J.-P. (1998). Close-to-nature silviculture: Is this concept compatible with current forest science paradigms? *Forestry Chronicle*, 74(4), 445–452. <https://doi.org/10.5558/tfc74445-4>
5. Spathelf, P., Bolte, A., & van der Maaten, E. (2015). Adapting forest management to climate change: An ecosystem-based approach. *European Journal of Forest Research*, 134(5), 865–876. <https://doi.org/10.1007/s10342-015-0900-4>
6. Ukrainian Research Institute of Forestry and Agroforestry named after G. M. Vysotskyi. (2024). Scientific report on experimental forestry practices and natural regeneration in Polissia. Kharkiv: URIFFA Press.

GEOGRAPHY

SƏDƏRƏK İNZİBATI RAYONUNDA İQLİM KONTİNENTALLIĞI İLƏ ƏLAQƏDAR TORPAQ EHTİYATLARINDAN SƏMƏRƏLİ İSTİFADƏOLUNMASI

Hacıyev S.

*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil nazirliyi,
Naxçıvan Dövlət Universiteti i " Coğrafiya " kafedrası
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-0489->*

Ətiqad B.M.

*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil nazirliyi,
Naxçıvan Dövlət Universiteti i " Coğrafiya " kafedrası, baş müəllim,
Naxçıvan, Azərbaycan*

Əliyeva T.Ə.

*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil nazirliyi,
Naxçıvan Dövlət Universiteti i " Coğrafiya " kafedrası, müəllim,
Naxçıvan, Azərbaycan*

EFFICIENT USE OF LAND RESOURCES RELATED TO CLIMATE CONTINENTALITY IN THE SADARAK ADMINISTRATIVE DISTRICT

Hacıyev S.,

*Nakhchivan State University, associate professor, Faculty of Natural Sciences and Agriculture, Department of Geography
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-0489-6129>*

Ətiqad B.,

*Nakhchivan State University, Department of Geography, Senior Lecturer,
Nakhchivan, Azerbaijan*

Aliyeva T.

*Nakhchivan State University, Department of Geography, Teacher,
Nakhchivan, Azerbaijan*

DOI: [10.5281/zenodo.15654719](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654719)

Xülasə

Məqalədə Sədərək inzibati rayonunda mövzunun aktuallığı, tədqiqatın məqsədi, material metodikası və təhlili haqqında məlumatlar verilir. Eyni zamanda mövzunun əsas məgzində ərazidə iqlim kontinentallığı ilə əlaqədar torpaq sahələrinin əkin dövrüyyəsindən çıxma səbəbləri, təbii və antropogen faktorlar (relyef, süxurların müxtəlifliyi, quraqlıq, isti hava, çay daşqınları, sellər, qunt sularının səviyyəsi, suvarma, suvarma sistemlərinin keyfiyyətsizliyi və mənfi antropogen təsir) araşdırılmışdır.

Nəticədə Sədərək inzibati rayonunda ərazidə iqlim kontinentallığının qarşısını almaq və ilətorpaqların mədəni-təbii bitkilər altında səmərəli istifadə etmək üçün vacib olan tədbirləri həyata keçirilməsi məqsədilə bir neçə dəyərli təklif və tövsiyyə verilmişdir.

Abstract

The article provides information on the relevance of the topic in the Sadarak administrative district, the purpose of the study, the material methodology and analysis. At the same time, the main content of the topic is the reasons for the withdrawal of land plots from the cultivation cycle, natural and anthropogenic factors (relief, diversity of rocks, drought, hot weather, river floods, floods, groundwater level, poor quality of irrigation, irrigation systems and negative anthropogenic impact) associated with the continental climate in the area.

As a result, several valuable proposals and recommendations were given in order to prevent continental climate in the area in the Sadarak administrative district and implement measures necessary for the effective use of soils under cultural and natural plants.

Açar sözlər: Coğrafi amillər, eko-coğrafiya, torpaq, iqlim, şorakət, kontinentalıq, torpağın ekoloji qiymətləndirilməsi.

Keywords: Geographical factors, eco-geography, soil, climate, salinity, continentality, ecological assessment of soil.

Relevance of the work being done /Aparılan işin aktuallığı.

Sədərək inzibati rayonu mürəkkəb relyef şəraitinə malik olan dağlıq ərazi olduğuna görə burada əkinə yararlı torpaq sahələri azlıq təşkil edir. Digər tərəfdən ərazinin kontinental iqlim şəraiti torpaqların

deqradasiyasına, eroziya və şorlaşma proseslərinə məruz qalmasına səbəb olur. Məhz, bu baxımdan muxtar respublikanın torpaq fondunun 4 faizini təşkil edən Sədərək inzibati rayonunda yayılan torpaqların mədəni və təbii bitkilər altında maksimum dərəcədə

səmərəli istifadə olunması üçün tədqiqatların aparılması aktualdır [1, 4, 5].

Tədqiqat obyekti kimi 22082 ha ümumi torpaq fondu olan Sədərək inzibati rayonunda yayılan torpaq sahələri götürülmüşdür. Bu inzibati rayon muxtar respublikada coğrafi mövqeyinə görə şimal-qərbdən Ermənistan Respublikası, cənub-qərbdən və cənubdan Türkiyə Respublikası və İran İslam Respublikası, şimal-şərqdən isə muxtar respublikanın Şərur inzibət rayonu ilə sərhədlənir.

Son dövrlərdə dünya miqyasında hər il milyon hektarlarla torpaq sahələri iqlim kontinentallığı ilə əlaqədar əkin dövrüyyəsindən çıxır. Göstərilən ərazidə qucaqlığın mövcud olması əsasında tədqiqat obyektimiz olan Sədərək inzibati rayonunun ətraf mühitinə təsir edərək kənd təsərrüfatına yaralı 9371 ha torpaq sahəsinin 1341 hektarını yararsız hala düşmüşdür.

Müstəqillik illərində ölkəmizdə, o cümlədən muxtar respublikada ekoloji tarazlığı qorumaq və kənd təsərrüfatını müasir səviyyədə inkişaf etdirmək üçün ölkəmizdə torpaq haqqında qəbul olunan Yeni iqtisadi islahatlar və Dövlət Proqramına uyğun olaraq tərtib olunmuş uzun müddətli perspektiv planlar ərazidə torpaq münbitliyinin qorunması, bərpası, artırılması və aqrarsənaye integrasiyası əsasında kənd təsərrüfatının inkişaf etdirilməsi üzrə müəyyənləşdirilmiş tədbirləri həyata keçirməkdir.

Bu məqsədlə ölkəmizdə, xüsusilə tədqiqat obyektimizdə kənd təsərrüfatı təyinatlı torpaqların münbitliyinin artırılması məqsədilə ərazidə iqlim kontinentallığının qarşısını almaq üçün verilmiş sərəncam və tapşırıqlara istinad edərək məqalədə qeyd olunan məsələlər aktuallığı ilə öz əksini tapacaqdır.

Purpose of the study / Tədqiqatın məqsədi.

Sədərək inzibati rayonunda iqlim kontinentallığını yaradan faktorları araşdırmaq və torpaq münbitliyinin qorunması, bərpası, artırılması istiqamətində tədbirləri həyata keçirməkdən ibarətdir.

Material methodology / Material metodika

Tədqiqat obyekti iqlim kontinentallığı ilə bağlı qeyd olunan məsələlərin həlli üçün torpaqşünaslıq və iqlimşünas və hidrologiya elminin inkişafında mühüm rol oynayan tanınmış xarici və azərbaycan alimlərindən V.V.Dokuçayevin, P.A.Kostiçyevin və N.M.Sibirtsevin, V.A.Kovda, azərbaycanda isə torpaqşünaslardan H.B.Zərdabi, H.Ə.Əliyev, V.R.Volobuyev, Ə.Q.Behbudov, Q.Ş.Məmmədov, K.N.Teymurov, R.H.Məmmədov, Q.Z.Əzimov, M.Q.Mustafayev, Ə.G.Quliyev, S.Ə.Hacıyev, iqlimşünaslardan Ə.C.Əyyubov, P.S.Mirzəyevi, hidroloqlardan S.A.Rüstəmov, R.Ə.Tarverdiyev, M.Y.İsgəndərov və başqalarının xəritə, ədəbiyyat və metodik vəsaitlərindən istifadə olunacaqdır [2, 3, 6, 7, 8, 9, 10].

Analysis and discussion / Təhlil və müzakirə.

Aparığımız tədqiqatlardan müəyyən olmuşdur ki, torpaq münbitliyinin azalmasına səbəb olan amillərdən biri də ərazidə quraq isti havanın, iqlimin kontinentallığıdır. Tədqiqat obyektimiz muxtar respublikanın isti və quraq ərazilərindən biridir. İqlim parametrlərinə diqqət yetirdikdə görünür ki, buranın

yayda gecələri sərin, gündüzləri isə çox isti olur. İqlim temperatur rejiminə görə Sədərək və Qərbi Şərur maili düzənliklərində maksimum orta aylıq temperatur müsbət 28⁰ C-yə, mütləq maksimum iyul ayında 40⁰ C-yə qədər müşahidə olunur. Havanın orta illik temperatur 13-15⁰C, nisbi nəmliyi 55 %, nəmləmə şəraitinə görə yarım səhradır. Buxarlanma qabiliyyəti (800-1200) mm/il və daha yüksəkdir. Əraziyə düşən yağıntının ümumi miqdarından (200-220) 4-5,5 dəfə çoxdur. Düzənliklərin torpaq tipləri əsasən boz-çəmən, açıq boz və boz torpaqlardır.

Tədqiqat obyekti torpaqəmələgəlmə prosesində əvvəldə göstərilən iqlim quraqlığı ilə bərabər digər təbii deqradasiya faktorları və insan amilini də xüsusi qeyd etmək lazımdır. Antropogen relyef insan fəaliyyəti ilə dəyişdirilmiş və yaradılmış relyefdir. Qədim zamanlardan insan yaranandan sonra uzun əsrlər boyu ətraf mühitə çox yönlü fəaliyyəti nəticəsində torpaq və bitki örtüyündə dərin izlər buraxmışdır. İlk mərhələdə təbii landşaftlar bir çox hallarda mədəni bitki landşaftına, yəni aqrolandşaftlara çevirilmişdir.

Aparığımız tədqiqatların və ədəbiyyat materiallarından aydın olur ki, təbii proseslərinin və insanların təbiətə səriştəsiz, vəsicəsinə müdaxiləsi nəinki muxtar respublika ərazisində baş vermiş, hətda tədqiqat obyektimizdə də belə neqativ hallara tez-tez rast gəlinir. Bu cür neqativ hallar hal-hazırda da ərazidə davam etməkdədir.

Qeyd olunan təbii və antropogen deqradasiya prosesləri torpaqların münbitliyinin azalmasına və əkin dövrüyyəsindən çıxmasına nəinki tək-tək, hətda bəzi ərazilərdə kompleks şəkildə təsir göstərilir.

Tədqiqat materiallarının nəticələrindən aydın olur ki, torpaqların formalaşmasına təsir göstərən amillərdən təbii deqradasiya proseslərini və antropogen təsiri aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar.

I. Təbii deqradasiya proseslərinə: Eroziya proseslərindən, su və külək, iqlimin dəyişməsinə istiləşmə və quraqlıq, şoranlaşma və şorakətləşmə, daşlıqlar və kol-kos basmış sahələri aid etmək olar.

II. Antropogen təsire: Ərazidə əhalinin sıxlığı, otarma, ağac və kolların qırılması, torpaqlardan həddindən artıq istifadə olunması (dehumifikasiya prosesi), suvarma, irriqasiya eroziyası və irriqasiya yarıqlarının yaranması, torpaqların mexaniki işlərlə pozulması və dağılması, nəqliyyat, tikinti və faydalı qazıntıların geoloji kəşfiyyatı, hasilatı və nəql olunması, pestisidlərin, radioaktiv maddələrin, gübrələrin və s. göstərmək olar.

I. Təbii deqradasiya prosesləri. Düzənliklərdə qeyd olunan təbii deqradasiya proseslərindən müxtəlif dərəcələrdə külək və su eroziya baş verir. İqlimin dəyişməsi təbii şəraitin bütün komplekslərinə təsir göstərir. İqlim elementlərindən istiləşmə nəticəsində temperaturun yüksəlməsi ekosistemdə quraqlıqların baş verməsinə, hidrojimin dəyişməsinə, buxarlanmanın yüksəlməsinə və yağıntıların azalmasına səbəb olur. Quraqlıq isə istiləşmə nəticəsində ərazidə quraqlıq başlayır. Quraqlıq yağıntısı çox olan bölgələrə nisbətən inzibati rayonun ekosisteminə daha çox təsir göstərməklə səhrələşmə və torpaq deqradasiyası prosesini gücləndirir. Çünki, bu yağıntısı az düşən və quraq ərazilərdən biridir (Şəkil 1, 2.).



Şəkil 1, 2. Sədərək və Qərbi Şərur maili düzənliklərində quraq olan sahələr

Ərazidə təbii degradasiya proseslərindən biri də şoranlaşma, şorakətləşmə və bataqlıqlaşmadır. Əbrəqunus çökəkliyində az-çox çayların kənarlarında və çökək sahələrdə şoranlaşma və bataqlıqlaşma prosesləri həm təbii və həm də insanların səriştəsiz təsirləri nəticəsində baş verir və bunların əsasında torpaqlar öz münbitliyini itirərək əkin dövrüyyəsindən çıxır.

Tədqiqat obyektində torpaq münbitliyinin azalmasına mənfi təsir göstərən qeyd etdiyimiz mənfi təbii amillərlə bərabər, ərazidə baş vermiş güclü sellər nəticəsində müxtəlif ölçülərdə daşlıq və quraqlıqla əlaqədar kol-kos basmış strukturu pozulmuş torpaqlara da rast gəlinir. Daşlarla örtülmüş və kol-kos basmış strukturu pozulmuş belə torpaqlar Vəlidəvə və digər didər dağların ətəklərində və selovlarda müşahidə olunur.

II. Antropogen təsir. Səhrələşmə torpaq degradasiyasını yaradan səbəblər arasında təbii amillərlə yanaşı, antropogen təsirlər də əsas diqqət çəkən məsələlərdən biridir (M.Babayev). Antropogen təsir ətraf mühitə, o cümlədən torpağa təsir göstərən insan fəaliyyətinin müxtəlif formalarını birləşdirir.



Şəkil 3, 4. Qış və yay otlaqlarında heyvanların sistemsiz otarılması, ağac, kolluqların qırılması və tikinti materiallarının daşınması

Eyni zamanda ərazidə torpaqlardan mədəni və təbii bitkilər altında istifadə olunarkən aqrotexniki qaydalara düzgün riayət etməmək nəticəsində münbitliyi azalaraq məhsuldarlıq ilbə-il aşağı düşür. Torpaqlardan uzun müddət istifadə olunması və suvarma sularının nəzarətsiz buraxılması nəticəsində aşağıda qeyd olunan mənfi hallara gətirib çıxarır.

Müxtəlif formalarda insanların torpaqlara kortəbii münasibəti bir çox hallarda ərazidə eroziya proseslərinin inkişafını sürətləndirir və bataqlıq sahələri yaradır. Məsələn, sahələrdə heyvanların sistemsiz otarılması, ağac və kolların qırılması eroziya proseslərini sürətləndirən əsas amillərdəndir. Tədqiqat obyektində səhrələşmə və torpaq degradasiyasını yaradan antropogen amillərin müxtəlif formalarından biri olan əhalinin ərazidə məskunlaşmasına diqqət yetirək.

Əhalinin ərazidə məskunlaşmasının torpaqlara təsirinə nəzər saldıqda, burada əhalinin sıxlığı torpaq münbitliyinə təsir göstərən əsas faktorlardan biridir. Sədərək inzibati rayonunda əhalinin sıx məskunlaşdığı Sədərək və Qaraağac və Dəmirçi və s. kəndləridir.

Ona görə bu ərazilərin torpaqları öz münbitliyini get-gedə itirərək degradasiya proseslərinə uğrayaraq əkin dövrüyyəsindən çıxır. Ərazidə torpaq münbitliyinin azalmasına təsir göstərən əhali sıxlığı ilə bərabər, qış otlaqlarında heyvanların sistemsiz otarılması, ağac və kolluqların qırılması və tikinti materiallarının daşınması hallarına rast gəlinir (Şəkil 3, 4).



Torpaqlardan fasiləsiz olaraq bəzi təsərrüfatlarda torpaqlardan eyni bitki altında uzun illər fasiləsiz olaraq istifadə olunur. Bu da torpaqların fiziki, kimyəvi xüsusiyyətlərini pisləşdirir və bitkilərin məhsuldarlığının aşağı düşməsinə səbəb olur.

Ərazidə mənfi antropogen amillərindən biri də nəzarətsiz suvarma nəticəsində torpaqlarda baş verən

irriqasiya eroziyasıdır. Dağətəyi və aran rayonlarında suvarılan sahələrdə su eroziyasının başqa bir növü olan irriqasiya eroziyası yayılmışdır. Bu proseslər nəticəsində torpaqların üst münbit hissəsi yuyularaq, dərin şırım və yarıqlar yaranaraq torpaqlar yararsız hala düşür.

Suvarma normadan artıq olduqda suyun bir hissəsi torpağa hopur, qalan hissəsi isə yamac uzununu axaraq torpağın narın münbit qatını yuyub aparır. Yuyulub aparılmış torpaq sahənin aşağı hissəsində çökür, müxtəlif qalınlıqda qaysaq əmələ gəlir. Bu yerlərdə torpağın su-hava rejimi pisləşir.

Əkin sahələrində irriqasiya eroziyasının əmələ gəlməsinə suvarma vaxtı arxın daima bir yerdən açılması da böyük təsir göstərir. Bununla yanaşı sahələrin çox girintili-çıxıntılı olması qobuların əmələ gəlməsinə şərait yaradır. Suvarmanı ikinci bir tərəfdən nəzarətsiz buraxılan bu sular axmaz yerlərə toplanaraq bataqlıqlar yaradır. İrriqasiya eroziya və bataqlıqlaşma proseslərinə inzibati rayonun təsərrüfat sahələrində müşahidə olunur.

Mənfi antropogen təsirlərdən biri də ərazidə plansız nəqliyyat yolları, tikinti materialları, mədən sənayesinin hasilatıdır. Bu neqativ hallara plansız nəqliyyat yolları, çay yataqlarından və bəzi dağlıq, dağətəyi və düzənlik sahələrdən qum və digər tikinti materiallarının daşınması, həmin ərazilərin yarıqan şəkildə buraxılması nəticəsində deqradasiya uğramış torpaqlara da rast gəlinir.

Tədqiqat obyektində duzlaşmanın səbəblərindən biri iqlim kontinentallığı ilə bərabər ərazi müxtəlif geoloji dövrlərdə muxtar respublikanın ərazisi kimi bir neçə dəfə sular altında qalmış və azad olmasıdır. Ərazi hər dəfə dəniz sularından azad olarkən orada olan sular

buxarlanmış, tərkibindəki duzlar isə torpaqda qalaraq geniş sahələr şorlaşmışdır.

Şorlaşmanı yaradan səbəblərdən biri də dağlara yağan atmosfer çöküntüləridir. Dağlara yağan atmosfer çöküntülərinin bir hissəsi səth axını əmələ gətirərək, dağ yamaclarını yuyur, tərkibində olan duzları yuyaraq gətirib tərkibində olan duzları düzənliklərə çökdürür. Yağıntıların digər hissəsi isə torpağa və dağ süxurlarının daxilinə sızaraq, rastına gələn duzları yuyaraq yavaş-yavaş həll edərək torpağın aşağı qatlarına aparır.

Düzənlikdə iqlim şəraiti ilə formalaşan, tərkibində duzlar olan yeraltı sular qrunut sularını əmələ gətirir. Uzun illər boyu davam edən bu proses qrunut sularının səviyyəsinin qalxmasına və onun tərkibindəki duzların miqdarının çoxalmasına səbəb olur.

Düzənliyin əksər hissələrində qrunut sularının yatım dərinliyi yer səthinə yaxın olub, 1-5 metr, mərkəz hissədə 5-10 metr, şimal ıssədə is 10-15 metrə çatır. Nəhayət yeraltı suların səviyyəsi yer səthinə çox yaxınlaşır, bəzi yerlərdə isə yerin üst hissəsinə çıxaraq şoran və bataqlıqlar əmələ gətirir. Tədqiqat obyektində bu proseslər Sədərək məili düzənliyinin cənub hissəsində özünü kəskin surətdə göstərir (Şəkil 5,6).

Şəkillərdən aydın olur ki, yeraltı sularının səviyyəsinin qalxmasının səbəbi Arazə yaxın sahələrdə düzənlikdə meyilliyin az olması və bunun nəticəsində Arazə çayına tərəf axmasının çətinləşməsidir. Yeraltı suların səviyyəsi belə şəraitdə buxarlanma ilə nizamlanır, yəni sular torpaq kapilyarları ilə yer səthinə qaldırılaraq buxarlanır, özü ilə qaldırdığı duzları isə torpağın səthində toplayır. Bu proses daimi olaraq təkrar olunduğundan torpağın üst hissəsi şorlaşır.



Şəkil 5, 6. Sədərək məili düzənliyinin cənub hissəsində şoran və bataqlıq sahələr

Düzənliyin mərkəz və şimal hissələrində şoranlaşma və bataqlıq sahələri müşahidə olunmur. Lakin, bu hissələrdə, xüsusilə düzənliyin şimal hissələrində quraq iqlim şəraiti və su çatışmamazlığı səbəblərindən bitkilər quruyaraq məhv olur.

Qrunut sularının mineralaşma dərəcəsi dağətəyindən düzənliyə doğru 2-5 qr/l-dən 10-15 qr/l-ə, bəzi çökək sahələrdə 100 qr/l-ə və daha çox yüksək həddə çatır. Burada qrunut sularının əsas 3 əsas tipi (hidrokarbonatlı, sulfatlı və xlorlu) müşahidə olunur.

İnzibati rayonda torpaqların şoranlaşmasına küləklərin də müəyyən qədər rolu vardır. Şoran və duzlu süxurlar yayılmış ərazilərdə elə yerlər olur ki,

orada torpaqların səthində və duzlu dağ süxurların aşındığı duzlu çöküntüləri küləklər vasitəsilə sovrularaq başqa yerlərə aparıb çökdürür və əvvəlcədən münbit olan torpaqlar tədricən şorlaşmaya başlayır. Bu proseslərə tədqiqat obyektinin dağətəyi zonalarında olan daş karxanalarının ətraf sahələrində müşahidə olunur.

Lakin, sahələrə suvarma kanalları çəkildikdən sonra suvarma əkinçiliyində torpaqlar şorlaşmağa başlamışdır.

Şorlaşmanın başqa səbəblərindən biri də keyfiyyətsiz tikilmiş kanallardan çoxlu miqdarda suların sızması, əkin sahələrinə həddindən artıq suların

verilməsi və su axan kanalların uzun müddət təmizlənməməsidir (Şəkil 7,8).

Bu cür neqativ hallara Arpaçay su anbarında Sədərək inzibati rayonuna çəkilən Sağ kanal hesabına



Dəmirçi bələdiyyəsinə aid torpaq sahələrinin təqribən 30 faizi bu sızmalar hesabına şorlaşaraq əkin dövrüyyəsindən çıxmışdır.



Naxçıvan-İqdir magistral yolunun alt və üst hissələrində axın istiqaməti olmayan suların yığılması sayəsində bataqlıq sahələr yaranır və yaxud torpaqlar quruyaraq öz münbitliyini itirir. Bundan əlavə rayon ərazisində ətraf sahələrə lazım olmayan tikinti materialları və məişət tullantıları hesabına çirklənən torpaqlara da rast gəlinir

Conclusion and suggestions / Nəticə və təkliflər

Apardığımız tədqiqatlardan aydın olur ki, Sədərək inzibati rayonunda iqlim kontinentallığı ilə əlaqədar aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar.

- İlk növbədə müşahidələr əsasında Sədərək inzibati rayonun şimal hissəsindən başlayaraq Araz çayının sahilinə qədər quraqlıqla əlaqədar iqlim parametrləri, torpaq növmüxtəliflikləri və ərazidə yayılan şoran, şorakət və bataqlıq torpaqların yaranma səbəbləri öyrənilmişdir.

- Tədqiqat obyektində yayılan şoran, şorakət və bataqlıq torpaqların yaranması ərazidə quraq iqlim şəraiti, sel sularını, çay daşqınlarının ətraf sahələri basması və qrunut sularının qalxaraq yer səthinə yaxınlaşması nəticəsində baş vermişdir.

- Sədərək düzünün şimal hissəsində iqlimin quraqlığı və inzibati rayonda su ehtiyatlarından səmərəli istifadə olunmaması əsasında torpaqların strukturu pozulmuş və 1000 hektardan çox təbii və mədəni bitkilər quruyaraq məhv olmuşdur.

- Ərazidə quraq sahələri su ehtiyatları ilə təmin etmək məqsədi ilə Şir arxından başqa sahələri kimi nasoslar vasitəsilə və tələbata uyğun düzəliyin şimal hissəsində (Bağırsaqdərə selovunda) su anbarlarını tikməklə vahid su şəbəkəsi yaradılmalıdır.

- Şoran, şorakət və bataqlıq torpaqların münbitləşdirmək üçün ərazidə qrunut sularının səviyyəsini aşağı salmaq məqsədilə mərkəzdən başlayaraq Araz çayına doğru mütləq yüksəkliyə uyğun olaraq meyiliyi (813, 802, 798 metr) öyrənilmiş və Şir

arxı vasitəsilə zərərli duzların Araz çayına axıdılması məsləhət görülmüşdür.

Şoran, şorakət və bataqlıq torpaqların yaranma ocaqlarını sel sularını, çay daşqınlarını nizamlamaq məqsədilə eyni ərzidən Araz çayından mənbəyini götürmüş və Araza tökülən Çir arxının yatağı genişlənməli və hər il çöküntülərdən təmizlənməlidir.

- Sədərək və Qərbi Şərur maili düzənliklərində öz istismar müddətini başa vurmuş keyfiyyətsiz tikilmiş kanallar yenidən bərpa olunmalı və su axan kanallara nəzarət olunaraq mütəmadi təmizlənilməlidir.

- Sədərək və Qərbi Şərur maili düzənliklərində şiddətli şoran və şorakət torpaqların münbitləşdirilməsi üçün drenaj şəbəkələri qurulmalıdır.

Ədəbiyyatlar

1. Axundov A.Y. Hacıyev S. Ə., Sədərək inzibati rayonunda torpaqların münbitliyinin artırılması məqsədilə aparılan tədbirlər. Kazaxstanın Beynəlxalq elmi-praktik jurnal. Almata, 2023, s. 1174-1179
2. Babayev S.Y. Naxçıvan Muxtar Respublikasının coğrafiyası. Bakı, Elm, 1999, 298 s.
3. Babayev M.P., Qurbanov E.A. Səhrələşmə-torpaq qradasiyasının tədqiqi. Bakı, Elm, 2008, 47 s.
4. Babayev M.P., Həsənov V.H. və b. Torpaq deqradasiyası. Bakı: Elm, 2003, 48 s.
5. Hacıyev S.Ə. Naxçıvan Muxtar Respublikası torpaqlarının ekoloji qiymətləndirilməsi. Bakı: MBM, 2010, 108 s.
6. Quliyev Ə.G. Naxçıvan Muxtar Respublikasında suvarılan torpaqların ekomeliorativ qiymətləndirilməsi. Əcəmi, Naxçıvan, 2004, 168 s.
7. Волобуев В.Р. Экология почв. Баку: Элм, 1963, 259 с.
8. Ковда В.А. Потология почв и охрана биосферы // Пространственно-временная организация и функционирование почв, 1990, с. 8-43

HISTORY

THE CHANGES IN THE TERRITORY OF THE ROMANIAN DANUBE PRINCIPALITIES AND ROMANIA UNTIL THE PARIS PEACE TREATY OF 1947

Buczkó J.

PhD Student in History

Eötvös Loránd University of Budapest

DOI: [10.5281/zenodo.15654733](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654733)

Abstract

This article aims to discuss the territorial evolution of Romania starting from the foundation of the two Danube Principalities of Moldavia and Wallachia in the 14th century through the period of the Ottoman vassalage and the formation of the kingdom in the mid-19th century until the time when the current state borders were defined in the Paris Peace Treaty after the Second World War.

Keywords: Romania, Moldavia, Wallachia, Danube Principalities, border changes, 20th century.

Definition of the Romanian state space

Although Romanian statehood has roots dating back to the Middle Ages, its independence is the result of changes in the 19th century – a feature that puts it in line with most states in the Balkan and Eastern Europe. However, its state space has perhaps undergone more changes in the last 500 years than that of its neighbours, Romanian statehood has had a specific historical development, which has often brought with it specific territorial changes over time.

The Romanian state space has been shaped by tangible historical and geographic factors which have had a fundamental impact on the process of change. One of the most important of these is the fact that the territory inhabited by the Romanian ethnic group has historically been a grey zone, an intermediate or collision zone between great powers. Byzantium, then the Ottoman Empire to the south, the Golden Horde, then the Russian Empire to the east, and to, initially the Kingdom of Hungary, then the Habsburg Empire and later the Austro-Hungarian Empire the west. In the case of Moldavia, Poland and the Polish-Lithuanian Commonwealth were the local middle powers with a strong influence in the Middle and Early Modern period.

But an equally important factor was the geography of the Romanian state space – the fact that it was geographically divided into three different regions of Europe, with Moldavia in the Eastern European plain, Transylvania in Central Europe and the semi-Balkan region of Wallachia – which in practice predestined the political division that was central to the first six hundred years of Romanian statehood.

From the formation of the Romanian principalities to Ottoman vassalage

The beginnings of the Romanian state space become more obscure the further back we look into the past. On the one hand, because the state itself only came into being in its modern form in the 19th century, the two principalities can only be considered as 'legal predecessors', and on the other hand, the general uncertainties of early Romanian history do not allow us to speak of a Romanian state in relation to the Dacian state, which can be considered as its real predecessor.[1]

Until the middle of the 19th century, the Romanian territorial organisation consisted of two principalities

with similar structures, but separate, namely the Principality of Wallachia and the Principality of Moldavia. These two entities were not only geographically contiguous, but also similar in structure, so that it is possible to present the changes in the Romanian state space in the early period through their history in parallel.

Records from the 12th century already show that a Neo-Latin-speaking people was at least in a relative majority in the lowlands between the Danube and the Carpathians, where a large Tatar, Cuman and Slavic population also lived at that time.[2] The common language and the increasingly prominent territorial identity of the Orthodox Church organised the New Latin-speaking ethnic groups into several loosely connected voivodeships, but the strength of Hungarian influence meant that for a long time they were not able to form a serious state. The region of Oltenia, which belonged to the Kingdom of Hungary under the name of Banate of Severin (Szörényi Bánság in Hungarian), was for a long time excluded from the region of Wallachia, while the Golden Horde extended its influence to Muntenia in these centuries.[3]

The change came at the beginning of the 14th century, when Voivode Basarab – in opposition to the Hungarian King Charles I – united Oltenia and Muntenia, thus creating the Principality of Wallachia. In the case of Moldavia, although Hungarian influence was considerable throughout the Middle Ages, Polish dependence was the dominant factor; the foundations of statehood were laid by Prince Dragoș in 1346. Moldavia covers the area from the eastern foothills of the Carpathians to the Dniester River and the Black Sea. It reached its greatest extent during the reign of Stephen the Great (Ștefan cel Mare), when it even included the territory of Pocuția – the region north of Bucovina. Thus, at its peak, the Principality covered well over 100,000 km² – geographically slightly larger than the 94,000 km² of Wallachia.

However, with the gradual loosening of Hungarian and Polish dependencies, a new power emerged in the region in the 14th and 15th centuries in the form of the Ottoman Empire. Following the conquest of neighbouring states such as Bulgaria and Serbia, the two Romanian principalities also became Ottoman dependent, although not in the same way as their neighbours, as

they were not fully integrated into the imperial structure: the territorial unity of Wallachia was preserved, but the princes became vassals of the sultan in the following centuries. Moldavia lost its maritime exit to the Ottomans, its princes also became vassals, but retained their relative independence, also due to their relatively great geographical distance from the Sublime Porte – a structure that persisted until the end of the 17th century, at the beginning of the Phanariot period.[4]

The case of Transylvania deserves special mention, since it probably became a Romanian-ethnic majority territory for most of the Middle Ages, but certainly by the early modern period, and the Grand Duchy of Transylvania, which became a separate entity from the Kingdom of Hungary as a result of the Ottoman conquests, functioned as an Ottoman vassal and functioned in Romanian memory and memory politics as an element of Romanian statehood similar to medieval Moldavia and Wallachia.[5]

From the Phanariot era to the proclamation of the kingdom

The 18th century also marked a turning point in the development of the balance of power, when the main change being that Russia became a serious rival of the Ottoman Empire, and the area where the two empires met became the territory of the Danube Principalities as the natural geographical border between the two great powers.

One of the basic mechanisms of Russian foreign policy in the 18th century was to accelerate and extend the expansion of its interests towards the Balkans. As a result, the Russo-Turkish wars resumed in the mid- to late-century. The main theatre of the war between 1768 and 1774 was the territory of the principalities, and after the signing of the Constantinople Convention one year after the concluding Peace of Küçük Kaynardži on the 21st July 1774, the Habsburg Empire annexed Bucovina – and the region remained in Austrian hands until 1918.

The Peace of Bucharest, which ended the Russo-Turkish War of 1806-1812, also had a lasting impact. This is the reason for the political fragmentation of Moldova as a geographical and historical area for more than 200 years. The Russian Empire annexed the eastern part of the territory between the Prut and Dnieper rivers – and from then on the name Bessarabia began to be used, although according to Romanian historian Neagu Djuvara it originally meant only the southernmost corner of the territory, today's Budjak.[6]

By the first third of the 19th century, two main goals had been articulated by the political elites in Bucharest and Iași, three main goals for the short, medium and long term. The first of these was the unification of the two principalities, the second was the achievement of full independence, and the third was the unification of all Romanian-inhabited territories within a single state.[7]

The weakening of the Ottoman Empire at the beginning of the century, both in domestic and foreign policy terms, was favourable. Well aware of the opportunity presented by the situation – and having seen other events in the Balkans, such as the Greek and Ser-

bian struggles for independence or the case of Montenegro – the Romanian political elite began to gravitate increasingly towards Russia.[8]

In fact, the Crimean War (1853-1856) provided the opportunity for the manifestation of Romanian ambitions. Amidst the focus of the great powers in Eastern Europe, the rallies organised by the Romanians were effective, with several expressions of unification. France also played an important role, acting as a patron of the principalities and securing the return of the southern part of Bessarabia to Moldavia with a narrow Black Sea exit.

In line with the aforementioned Western interests, in 1858 Alexandru Ioan Cuza[9] was elected prince, first in Moldavia and then in favour of Wallachia, which was the precursor to the unification that took place on the 5th February 1859 – or the 24th January according to the old calendar.[10] In 1861, the personal union of Moldavia and Wallachia was recognised by the Ottoman Porte, and the state, initially known as the United Principalities, became one of the medium-sized states of the region, with an area of approximately 123,000 km².

But diplomacy was not enough to achieve the next goal, the independence. The new Ottoman constitution of 1878 did not change the Romanian Principality's dependence on the Porte, and it became clear to the elite of Bucharest that war was the only way forward. Recognising this, Romanian troops became actively involved in the ongoing war of 1877-1878 on the Russian side, and at Plevna in Bulgaria, the barrel of a captured cannon was used to pour out the future royal crown, the Coroana de Oțel (Steel Crown).

The peace of San Stefano, which ended the war, guaranteed Romania's independence, and the Congress of Berlin confirmed it. Under this agreement, Romania ceded 3 counties of South Bessarabia – Bolgrad, Cahul and Ismail – to Russia, but in return received the central and northern part of Dobruja.[11] The country's territory thus increased to almost 138,000 km² and the form of government changed soon after. In March 1881, a kingdom was proclaimed; after the resignation of Prince Cuza in 1866, Charles of Hohenzollern-Sigmaringen, invited from the German Empire, became the first king of Romania under the name of Carol I.

The Second Balkan War and the Great Unification

The first territorial change in Romania in the 20th century was linked to the Second Balkan War, which the country ended up as one of the victors with territorial gains. The renewed war, which lasted from the 29th June to the 10th August 1913, was triggered by Bulgaria's territorial gains, which were considered unrealistic by its former Balkan allies. Romania joined in the 'second act' and on the 10th July declared war on Bulgaria, which was besieged on all sides and was forced to lay down its arms.

At the peace talks held in Bucharest in August, Romania took possession of the southern part of Dobruja – named Cadrilater[12] – an area of nearly 7,500 km², and thus the entire region. Although the Bulgarians and Turks were in absolute majority here, the new

acquisition with the town of Balchik gave a huge boost to Romanian national consciousness.[13]

The next territorial changes and the greatest in scale and impact is linked to the First World War. In August 1916, Romania, although a member of the Quadruple Alliance[14] and an ally of the Central Powers, entered the war on the side of the Entente Powers and launched an attack on Transylvania at the end of the summer. The result was a total failure; the Austro-Hungarian Monarchy, with effective German help, repulsed the Romanian attack and then pushed on as far as Bucharest, occupying the city. From the Romanian side, by the beginning of 1918, virtually the whole of the Wallachian Lowlands had fallen, the Bucharest Peace Treaty was signed on the 8th May, and the Romanian king and government fled with the rest of the army to the former Moldavian capital, Iași. The border of Austria-Hungary was moved to the foreground of the Carpathians and a buffer zone was created while the coastal strip was jointly controlled by the central powers – Romanian statehood was limited to a part of Moldavia for more than half a year.

However, as the military defeat of the central powers became increasingly certain, Romanian decision-makers decided to go to war again at the end of November 1918 – this time with complete success. The first 'manoeuvre' concerned Bessarabia. On the 3rd March 1918, the new Bolshevik government of Russia concluded a special peace agreement with the Central Powers in Brest-Litovsk.[15] In this situation, the Romanian government saw the time as ripe to seize Bessarabia; in March 1918, Romanian troops attacked a Russia in a state of disintegration – on the 13th, the Romanian forces reached the Dniester River line. A puppet government was set up in Chișinău, which on the 9th April declared Bessarabia's accession to Romania 'for ever', a decision tacitly accepted by both the Entente and the Central Powers. By May 1918 Romania had thus lost its war against the Central Powers and concluded the harsh Bucharest Peace Treaty that sanctioned it. At the same time, however, with Bessarabia it had ceded a significant area of territory, roughly around 45,000 km², from Russia, which was descending into civil war.[16]

The seizure of Bucovina was similarly roundabout, and was made possible thanks to a favourable coincidence of the given situation, the main element of which was the inertia of the Ukrainian side. During the civil war in Russia, attempts were made in several regions of present-day Ukraine to organise an independent nation-state on the ruins of the tsarist regime, but none of these attempts was truly successful.

The Romanians living in the southern part of Bucovina convened a Romanian National Assembly in Czernowitz (Cernăuți) on the 27th October 1918, at which they declared the unification of Bucovina with Romania. The Romanian-Ukrainian territorial dispute after the withdrawal of the Austrian administration was finally settled by the entry of the Romanian army; the former border line was crossed in early November, Czernowitz was taken on the 11th November, and although the northern part of the region was controlled for a time by the Lviv-centred Western Ukrainian State, the

1919 Peace of Saint-Germain finally ceded the entire former Habsburg province to Romania.[17]

The acquisition of Transylvania was the greatest challenge in the great campaign to unify the new territories. On 3 November 1918, the Monarchy signed the armistice treaty at Villa Giusti near Padua, ending the war for the dual state.

However, it did not contain any concrete provisions for the Kingdom of Hungary, apart from the secession of Croatia-Slavonia, so one of the first tasks of the government of Mihály Károlyi, who came to power on the 31st October in the heat of the Autumn Revolution, was to conclude an independent treaty.[18] For Hungary, which would become independent a few days later, this took the form of a second 'round', the Belgrade Military Convention, signed on the 13th November.[19] This marked (on paper) the end of the Great War. However, there was another factor; the time, which also did not favour the Hungarian side, as French General Franchet d'Espèrey, the leader of the Entente forces in the Balkans, reached the Sava – the historic border between Hungary and Croatia – by early November, and the Czechoslovak Army invaded Upper Hungary on the very day the document was signed.

The Romanians also broke the terms of the Belgrade Convention and invaded Transylvania, declaring war on Hungary. The Romanian National Council was established in Budapest on the 31st October and moved from there to Arad, where it worked with the effective help of the local Romanian national councils to gradually take political power over Transylvania. At this point the 'ethnic question' could not even be resolved by a more democratic, federal reorganisation. The leaders of the Transylvanian Romanians, already aware of the Entente's position on historical Hungary, were in full agreement in demanding union with Romania. The first manifestation of this will came on the 1st December 1918 when the Transylvanian Romanian delegates of Romanian assemblies voted for the unification of Transylvania with Romania in Alba Iulia.

The renewed Romanian entry into the war resulted in the almost total crushing of Hungary. The Romanian Royal Army first advanced as far as the demarcation lines marked by the Entente, then took Budapest in August 1919 and by the end of the summer it was close to the Austrian border.

After the First World War, the final Romanian borders in Transylvania were fixed by the Treaty of Trianon, signed on the 4th June 1920, under which the Kingdom of Romania acquired Transylvania, Partium,[20] the southern part of Maramureș[21] and, after a 'duel' with Serbia, the eastern one-third of Banat[22] from Hungary. Romania's territory increased from 137,903 km² at the beginning of the war to 295,049 km², making it a regional centre power and the largest territorial extension of its history.

The changes of World War II and the borders of the modern Romanian state

In the interwar period, there were no border changes that affected Romania in any way – it was the second year of World War II that brought the first change.

In the summer of 1940, there was palpable tension between Hungarian and Romanian diplomacy, with both countries deploying hundreds of thousands of troops along their common border in July and the outbreak of another war was on the brink. The tense situation was finally 'resolved' by the Axis powers' settlement with the Second Vienna Award on the 30th August 1940. Negotiations, under German and Italian arbitration, settled the territorial dispute by awarding 43,104 km² of Northern Transylvania to Hungary.

That year, Romania suffered further territorial losses under German pressure. On the one hand, it had to cede Bessarabia to the Soviet Union, and on the other, in the south, South Dobruja – the region acquired during the Second Balkan War – to Bulgaria. These decisions were recognised by the victorious powers as valid after the end of the world war.

The following year, after the German invasion of the Soviet Union, Romania received compensation for the occupied Ukrainian territories; it took over the former Ottoman territory of Yedistan, east of the Dniester, which included the city of Odessa.[23] This was a short-lived acquisition, however, and in 1944, Soviet troops advancing westwards retook the area.

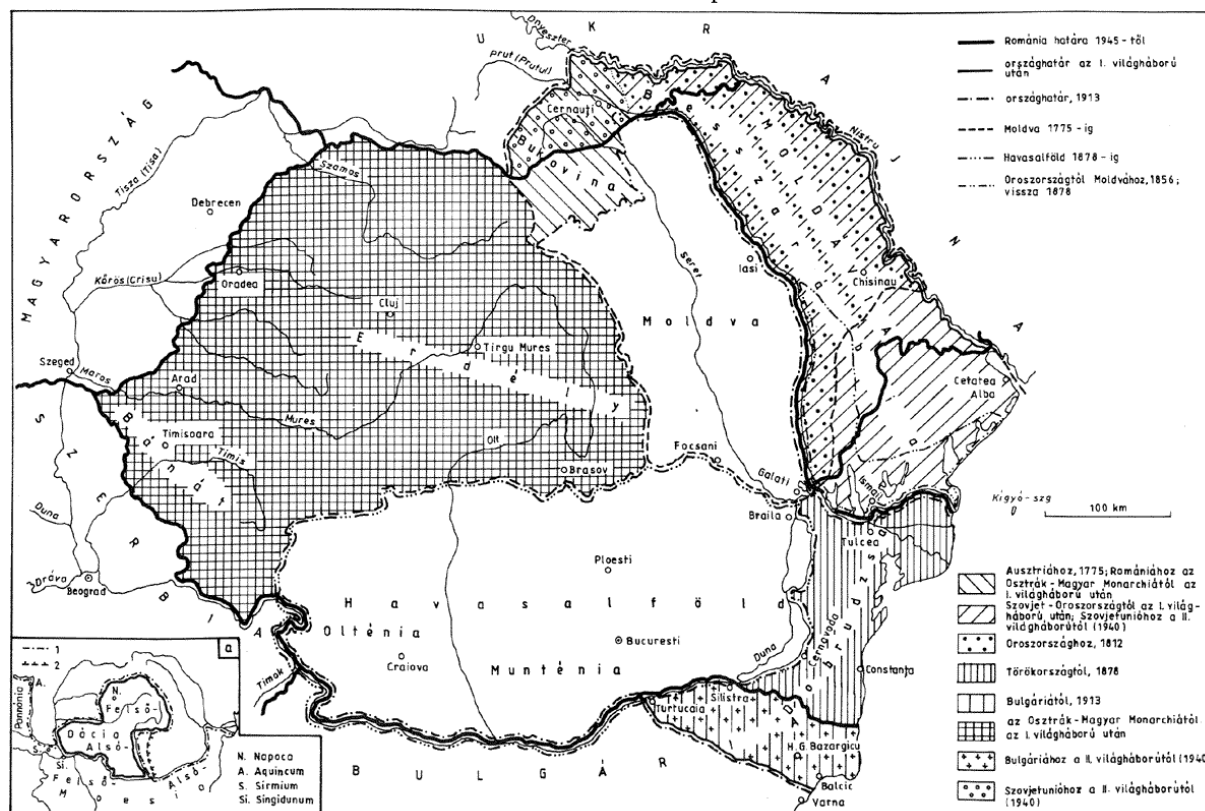
Under the Paris Peace Treaty, signed on the 10th February 1947, which formally ended the war, Romania lost the Bessarabian territories and did not regain the Cadrilater, North Bucovina nor Bessarabia, but the territorial integrity of Transylvania was restored by the annulment of the Second Vienna Award.

Since then, apart from the exchange of a few islands in the Danube Delta,[24] there has been no territorial change in the Romanian state space, therefore Romania has now been covering an area of 238,397 km² for more than 78 years, and most probably there are no signs of change in the near future – unless pro-unification opinions and movements start to gain strength in the Republic of Moldova.[25]

Conclusion

To sum up, today's Romania is several times larger in area than the first medieval principalities, and roughly twice as large as the Kingdom of Romania at its foundation in 1861.

The twentieth century was a period in which the country owed almost all of its territorial acquisitions, but also their retention, mainly to its successful participation in the wars of the age – the Second Balkan War, the First World War – and to its prudent political responses in those situations, such as the evasion during the last phase of the Second World War.



Changes in the territory of Romania in the 18th-20th centuries.

Source: <http://terkeptar.transindex.ro/belso.php?nev=3>.

References

1. Djuvara, Neagu: A Brief Illustrated History of Romanians. Humanitas, Bucharest, 2021.
2. Djuvara, 2021.44-64.
3. Oltenia is the region on the Western side of Wallachia, while the region of Muntenia covers the Central and Eastern parts of the principality. In detail: Djuvara, 2021. 77-86.

4. Phanariots (in Romanian: Fanarioti) were members of prominent families of Greek origin from the main Greek quarter of Phanar of Istanbul, who occupied important positions in the Ottoman Empire and were regularly appointed princes of Moldavia and Wallachia during the 18th and 19th centuries – marking the Phanariote period in Romanian history.

5. Boia, Lucian: Cum s-a românizat România. Humanitas, Bucharest, 2024. 20-42.

6. Budjak is a historical region that was part of Bessarabia from 1812 to 1940. Situated along the Black Sea, between the Danube and Dniester rivers, this multi-ethnic region covers an area of 13,188 km². Djuvara's idea about the etymology of the word 'Bessarabia' in detail: Djuvara, 2021. 78-79.

7. Csüllög, Gábor – Gulyás, László: A román állam területi kialakulásának története I. A. Középkortól a Román Királyság kikiáltásáig 1881). Közép-Európai Közlemények, 2012. 5. évf. 3-4., 122.

8. Djuvara, 2021. 272-274.

9. Alexandru Ioan Cuza (1820-1873) was the first domnitor (prince) of the United Principalities through his double election as Prince of Moldavia on the 5 th January 1859 and Prince of Wallachia on the 24 th January 1859, which resulted in the unification of the two states.

10. Raffay, Ernő: A Vajdaságtól a birodalomig. Az újkori Románia története. JATE Kiadó, Szeged, 1989. 19-26.

11. Dobruja – or Dobrogea in Romanian – is the coastal region of Romania by the Black Sea, and by that name we normally mean the central- and northern parts of the whole that are parts of Romania today with an area of 15,588km².

12. Cadrilater or Southern Dobruja – today part of Bulgaria – covering an area of 7,412 km² was part of since the Treaty of Bucharest in 1913 until the Treaty of Craiova in 1940.

13. Djuvara, 2021. 306-309.

14. Quadruple Alliance was a defensive military alliance between Germany, Austria-Hungary Italy and Romania from the 18 th October 1883 – when the Kingdom of Romania joined the Triple Alliance of 1882 – until its expiration in 1915. Until the end of the war, only King Carol I and a handful of senior Romanian politicians knew about the signature of the contract.

15. The Treaty of Brest-Litovsk was a separate peace treaty signed on the 3rd March 1918 between Soviet Russia and the Central Powers, by which Russia withdrew from World War I. The treaty was signed at Brest-Litovsk, which is now Brest, Belarus.

16. The Treaty of Bucharest was signed on the 7th May 1918 between Romania and the Central Powers

following the stalemate reached after the alliance's victorious campaign of 1917.

17. Djuvara, 2021. 325-327.

18. The Aster Revolution or Chrysanthemum Revolution (Hungarian: Őszirózsás forradalom) lasted between the 28 th until the 30 th October 1918, led by Count Mihály Károlyi. The supporters of him, many of whom were demobilised soldiers, adopted the aster as the symbol of the revolution. In detail about the topic: Ormos, Mária: From Padua to the Trianon, 1918-1920. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1990.

19. The Belgrade Military Convention or the Armistice of Belgrade was an agreement on the termination of World War I hostilities between the Entente and the Kingdom of Hungary concluded in Belgrade on the 13 th November 1918.

20. Partium (from Latin word partium, the genitive plural of pars = part, portion) was a historical and geographical region in the Kingdom of Hungary during the early modern and modern periods. It consisted of the eastern and northeastern parts of Hungary proper.

21. Maramureş is a geographical and cultural region in today's northern Romania and western Ukraine, situated in the northeastern Carpathians along the upper Tisza River drainage basin.

22. Banat (in Hungarian: Bánság) is a geographical and historical region located in the southeastern part of the Pannonian Basin, today divided by Serbia, Romania and Hungary.

23. Yedistan is the region between the river Dniester and Dnieper bordering the Black Sea on the south-east.

24. The Danube Delta island changes took place in the form of two treaties signed by Romania and Ukraine in 1997 and 2003 fixing the border between the two countries along the river.

25. Current opinion polls on unification of the two countries in the Republic of Moldova show that in April 2025 32% were in favour, 58% apposed it, while in Romania the numbers were 33% in favour and 50% in opposition. Sources: <https://voceabasarabiei.md/sondaj-ue-sau-unirea-cu-romania-ce-ar-vota-moldovenii/> and <https://www.g4media.ro/sondaj-ce-cred-romanii-despre-unirea-cu-republica-moldova-ce-parere-a-despre-maia-sandu-si-ce-spun-despre-eventuala-inva-zie-a-rusiei-ar-trebuie-sa-ajute-romania-militar-statul-moldoveean.html>.

MATERIALS SCIENCE AND MECHANICS OF MACHINES

ГАЗОТУРБІННИЙ НАДДУВ ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ПОТУЖНОСТІ СУДНОВИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Генчев В.В.

*Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія», старший викладач
кафедри енергетичних установок і систем, механік першого розряду*

GAS TURBOCHARGING AS A WAY TO INCREASE THE POWER OF MARINE INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Henchev V.

*Danube Institute of the National University "Odessa Maritime Academy",
assistant of the Department of Ship Power Plants and Systems, marine engineer 1st class.*

DOI: [10.5281/zenodo.15654741](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654741)

Анотація

У запропонованій статті розглядається газотурбінний наддув суднових двигунів внутрішнього згоряння як один із варіантів забезпечення надійного підвищення потужності суднової енергетичної установи, також наведені теоретичні висновки щодо пояснення фізичних принципів процесів газообміну, умови зниження індикаторної потужності.

Abstract

The proposed article considers gas turbine supercharging of ship internal combustion engines as one of the options for ensuring a reliable increase in the power of the ship's power plant, and also presents theoretical conclusions regarding the explanation of the physical principles of gas exchange processes, conditions for reducing indicator power.

Ключові слова: газова турбіна, потужність, економічність, масовий заряд повітря, наддув, сопловий апарат, радіальні та осьові турбонагнітачі, помпаж, глушник, ротор, радіальні підшипники.

Keywords: gas turbine, power, efficiency, mass air charge, supercharging, nozzle apparatus, radial and axial turbochargers, surge, muffler, rotor, radial bearings.

Фізичний зміст процесу наддуву у двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ). Попереднє збільшення щільності повітря, за рахунок зростання його тиску, призводить до зростання загальної маси заряду в циліндрі, до того ж забезпечує повніше згоряння палива, що надійшло. В результаті відбувається різке збільшення роботи від згоряння палива, також зростає середній індикаторний тиск процесу, а значить значно збільшиться індикаторна потужність ДВЗ.

Отже, процес наддуву, фізичний зміст якого полягає в наступному: -збільшення масового заряду повітря, шляхом попереднього стиснення повітря у компресорі до тиску більш ніж атмосферне, та додаткове збільшення заряду за рахунок охолодження повітря в проміжному охолоджувачі, тому що стиснення повітря призводить до збільшення його температури і зменшення масового заряду повітря, тобто охолоджувач це обов'язковий елемент у системі наддуву.

Сучасні суднові двигуни внутрішнього згоряння (СДВЗ) виготовляють виключно з наддувом, який може бути:

Механічним - стиск повітря від атмосферного тиску до тиску в наддувному агрегаті, який приводиться в дію через ланцюгову або зубчасту передачу від двигуна. У даному випадку потужність, яка

відбирається для приводу компресора зменшує коефіцієнт корисної дії (ККД) двигуна та негативно сприяє на його економічність. Позитивним же є конструктивна простота обладнання та його невисока вартість тому механічний наддув застосовують у комбінації з газотурбінним наддувом у великогабаритних СДВЗ

Газотурбінним наддувом - це стиснення повітря від атмосферного тиску до тиску наддуву, котрий здійснюється у турбонадувочному агрегаті у вигляді лопаткового типу компресор, котрий знаходиться на одному валу із газовою турбіною. Завдяки тому що турбіна встановлена у випускному колекторі двигуна значна частина енергії випускних газів припадає на розкрутку компресора наддуву, а у двигунах без наддуву ця енергія виходить у трубу. Отже, оскільки привід лопаткового компресору здійснюється турбіною, потрібність у допоміжної потужності від самого двигуна відпадає, тим самим не впливає на механічний ККД, а індикаторний ККД зростає, зростає і індикаторна потужність, звідси значно знижується питома витрата палива. В цьому і полягає основна істотна перевага газотурбінного наддуву від механічного.

Комбінованим – це стиснення повітря у турбонадувочному агрегаті та ще і у допоміжному нагнітачі, котрий може бути автономним автоматично

електрично привідним з використанням підпоршневих порожнин. Оскільки при комбінованому методу наддуву лише частина енергії для стиснення повітря відбирається від ДВЗ а частина від автономного нагнітача, то у даному випадку механічний ККД двигуна з комбінованим наддувом буде менш ніж ККД двигуна з газотурбінним наддувом.

Таким чином можна стверджувати що газотурбінний наддув є най більш економічним, тим самим пояснюється широке застосування у суднових двигунах внутрішнього згоряння, а коли енергія випускних газів не достатньо для виконання газотурбінного наддуву використовують комбінований наддув.

Оскільки сучасні СДВЗ виготовляють виключно з наддувом – їх називають комбінованими двигунами, котрі мають у своєму складі власне поршневі ДВЗ, лопатеву газову турбіну, лопатевий компресор, охолоджувач та колектори ресивери наддувного повітря. У кожному з цих відбуваються процеси термодинамічного циклу комбінованого ДВЗ, котрий може бути розділений на дві частини, це:

- цикл, котрий відбувається у циліндрі самого поршневого двигуна;
- частина процесів які відбуваються у лопатевих агрегатах (турбіні і компресорі).

Відповідно цих двох схем циклу комбінованого СДВЗ відрізняють два способи турбонаддуву:

- наддув з турбіною постійного тиску, коли газова турбіна працює на вихлопних газах від випускного колектору з постійним тиском газів, та має один суцільний вихлопний колектор і він дуже простий;

- наддув з турбіною змінного тиску, коли газова турбіна використовує енергію імпульсів вільного випуску і має випускну систему окремих трубопроводів меншого діаметру, котрі підводять гази до турбіни та дозволяють більш повне використання енергії газів на режимах часткових потужностях і конструктивно дещо складніше.

Ефективність наддуву суднових ДВЗ оцінюється ступенем наддуву і як результат збільшення потужності двигуна з наддувом порівняно з потужністю двигуна без наддуву. Ступень наддуву може досягати таких значень: для чотиритактних двигунів від 1,1 до 4,9 а для двотактних від 1,2 до 3,8 що дозволяє підвищити тиск більш ніж 2,0 МПа.

Також ефективність наддуву збільшується зі зниженням температури наддувного повітря в охолоджувачі і його стану, тобто від величини відкладень на поверхні охолоджувача.

При виборі системи наддуву віддається перевага одноступеневій системі наддуву постійного тиску з використанням тільки одного компресора і спрощеною системою випускних газів, що дає більшу надійність та простоту конструкції, що зумовлює зменшення об'єму робіт щодо обслуговування двигунів.

Запорукою успішного рішення проблем підвищення потужності СДВЗ є створення сучасних, досконалих і надійних турбокомпресорів, які би за-

безпечували високі ККД турбіни та компресора, високі рівні надійності та ресурсу, вдале рішення щодо компоновки до двигуна, технологічність самої конструкції і малі трати на обслуговування та ремонт.

Газова турбіна – лопатева машина в якій потенційна енергія тиску газів поступово перетворюється спочатку у кінетичну енергію потоку газів а далі у механічну роботу вала ротору (вала компресора). В залежності від напрямку руху газів газові турбіни бувають осьовими та радіальними (аксіальними).

На даному етапі розвитку провідні світові фірми Brown Boveri, Napier, також дизелебудівні корпорації MAN та Wartsila Corporation займаються створенням, побудовою агрегатів наддуву – газотурбонагнетателей (ГТН) значення ККД котрих досягає 0,85 а рівень тиску наддувного повітря більше ніж 3.8 МПа і все це дозволяє збільшити циліндрову, і в цілому, агрегатну потужність суднового двигуна в 3-5 разів без зміни всіх його розмірів. Останнім часом розроблено новий аксіальний ГТН серії ТСЛ, який спроможний збільшити подачу та ступень тиску і має високий ККД.

Але, при всьому цьому слід пам'ятати що при зменшенні навантаження чотиритактного двигуна і зменшенні частоти обертів двотактного двигуна маса та параметри газів перед турбіною теж зменшуються, що викликає звісно зменшення крутного моменту турбіни і зменшення масового заряду повітря від лопатевого компресора, це є залежністю маси і тиску повітряного заряду від частоти обертів самого ДВЗ і має лінійний характер, а режим роботи двигуна у даному випадку називається режимом що не встановився або частковим. На цих режимах зміна маси заряду повітря по відношенню до зміни подачі палива приводить до погіршення процесу згоряння і втрати потужності двигуна.

На цей випадок, для поліпшення роботи СДВЗ на таких режимах, застосовують слідуючи методи регулювання наддуву повітря:

- з боку повітряної частини – це регулювання компресора методом повороту лопаток дифузору ;
- з боку газової частини – це регулювання потоку газів крізь турбіни або зміна геометрії соплового апарату, система яка набула назву VTA (Variable Turbine Area).

Сенс цих регулювань зводиться до того що при зменшенні навантаження двигуна все ж таки забезпечується оптимальні показники продуктивності та тиску наддуву що в цілому забезпечує стабільні показники робочого процесу двигуна. Також комбінація методів регулювання процесом газообміну, а точніше управління фазами відкриття-закриття випускного клапану (у двотактному двигуні) VEK (Variable Exhaust Closing), регулювання турбінного наддуву VTA одночасно з початком упорскування методом VIT (Variable Injection Timing) дозволила істотно поліпшити показники робочого процесу СДВЗ, особливо на часткових режимах його роботи в тому числі зменшити питому витрату палива.

Крім того на ефективність наддуву впливає технічний стан системи газообміну окремо для газової турбіни, повітряного компресора, повітряного фільтру та повітряного охолоджувача. Тиск і температура газів до та після турбіни а також частота обертів турбокомпресора характеризують стан газової турбіни. Тиск і температура повітря до і після компресора оцінює стан повітряного компресора, а стан повітряного фільтру оцінюють перепадом тиску повітря до і після фільтру. Ознаками стану цих елементів системи газообміну є одночасне зниження частоти обертів ГТН, різке падіння тиску наддуву та зріст температурі вихлопних газів по циліндрам.

Однак аналізи причин зниження потужності, як наслідок забруднення продувально-випускного тракту самого двигуна і ГТН показують, що прово-

дячи кваліфіковану експлуатацію і своєчасне виявлення першопричин зниження індикаторної потужності а також своєчасне їх усунення судновий технічний персонал може забезпечити номінальні характеристики суднового двигуна.

Список літератури

1. Суворов П.С. Двигатели внутреннего сгорания и их техническая эксплуатация. Одесса: НУ «ОМА», 2017. 473с.
2. І.І. Черниш, С.А. Кар'янський, Є.М. Оженко. Сучасні суднові дизелі: особливості конструкції, експлуатації та автоматизованого управління.- Одеса: НУ «ОМА», 2019.-217 с.
3. Эксплуатация дизелей МАН. Соловьев Б.И., Емельянов П.С., Иванов В. Д. М., «Транспорт», 1978. 152 с.

MATHEMATICS

A STUDY ON UNIT WHOLE TEACHING DESIGN IN PRIMARY MATHEMATICS

Ma Lijun

*School of Mathematics and statistics, JiNing Normal University,
Ulanqab, 012000, Inner Mongolia, P. R. China
Jining Normal University Discipline Construction Basic Education Special
Research Project, Project Number: JSJCJY2024310.
DOI: [10.5281/zenodo.15654749](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654749)*

Abstract

In the context of deepening education reform, Unit Whole Teaching Design, as an innovative paradigm to practice the concept of the new curriculum standard, has become an important path to improve teaching quality. This study focuses on primary school mathematics and systematically explores the theoretical value and practical path of Unit Whole Teaching Design. Through multi-dimensional analysis of its core meaning and application value, combined with classroom observation, teacher and student research, we pinpointed the real problems of insufficient theoretical knowledge, disjointed practice and imperfect evaluation system. Based on this, we constructed a scientific design framework that includes analysis of learning situation, establishment of objectives, refinement of core concepts, content reconstruction, resource development, teaching and learning implementation, and diversified evaluation, and verified its effectiveness in practice. The results show that the Unit Whole Teaching Design can effectively help students build a systematic knowledge network, enhance teaching efficiency, strengthen the ability of combining number and shape and knowledge transfer, and stimulate learning interest, which provides a practical sample for the reform of primary school mathematics teaching, and has far-reaching significance for the promotion of the development of students' core qualities and the implementation of the goal of mathematics education.

Keywords: Primary Mathematics; Unit Whole Teaching Design; Core Literacy; Instructional Design.

1. Research background

The 2022 edition of China's Compulsory Education Mathematics Curriculum Standard takes core literacy as the overarching goal, emphasises the curriculum's nurturing orientation, and explicitly proposes to 'pay attention to Unit Whole Teaching Design', which points out the direction of teaching practice[1], and Unit Whole Teaching Design is precisely an important way to achieve the cultivation of core literacy through the integration of curriculum content, which fits the structured demands of curriculum content. On the contrary, the current teaching design of primary school mathematics is commonly used in the classroom, there is a lack of overall grasp, knowledge fragmentation, fuzzy points and other problems, leading to passive learning, knowledge transfer difficulties, is not conducive to the cultivation of disciplinary literacy, in contrast to the Unit Whole Teaching Design, which guides the teacher to sort out the intrinsic connection of knowledge, systematise and structure fragmented knowledge, and promote the internalisation of classroom knowledge, effectively enhancing learning effectiveness and classroom efficiency.

2. Research Value and Significance of Unit Whole Teaching Design

2.1. Strengthening the transfer of subject knowledge to enhance teachers' teaching

In primary school mathematics teaching, large-unit teaching can not only effectively solve the problems of fragmented knowledge points and difficulties in connecting new and old knowledge in traditional teaching, but also systematise the learning content in stages, guide students to explore new knowledge with the help of old knowledge, reduce the difficulty of learning, promote the migration of subject knowledge,

and consolidate the knowledge system. It can also help frontline teachers break through the predicament of poor knowledge articulation and teaching fragmentation, deepen their understanding of Unit Teaching Design, update their teaching concepts, establish a holistic view of teaching, enhance their teaching design skills, and promote the dual advancement of teaching quality and professionalism in the practice and reflection on the improvement of diversified teaching methods.

2.2. Promoting innovation in subject teaching

In the teaching process of primary school mathematics, teachers can also better promote the innovation and expansion of subject teaching through the large unit teaching mode. Large-unit teaching is one of the important contents of the new standard, which brings more new concepts and methods to subject teaching. In the application of large-unit teaching mode, teachers can flexibly use multimedia teaching method, contextual teaching method, group division of labour and co-operation teaching method and other methods, making classroom teaching more flexible. At the same time, the comprehensive application of a variety of teaching methods can also be better to improve the classroom communication and interaction environment, highlighting the subjective status of students, enriching the elements of classroom teaching, and helping to achieve the desired innovative effect.

2.3. Promoting the implementation of core literacy

In the context of the new curriculum, core literacy has become an important educational goal, requiring teachers to fully clarify the specific content of the core literacy of the discipline, and based on this to complete the teaching design, to ensure the effectiveness of subject teaching. Large-unit teaching can put the teaching

content of multiple chapters together, based on the macro level of teaching planning, which significantly improves the students' cognitive level of the connotation of the subject knowledge, and helps students to complete the internalisation of subject knowledge. At the same time, in the process of the implementation of the large unit teaching mode, teachers can also carry out some practical teaching, guiding students to apply their own mastery of subject knowledge to the actual scene, and to refine their subject practical ability. In this way, the core qualities of students' disciplines can be significantly improved, and better teaching results can be achieved.

3. Optimisation Strategies and Steps for the Design of Unit Whole Teaching Design in Primary Mathematics

Current educational practice research shows that Unit Whole Teaching Design faces many challenges in the process of frontline teaching. Although many teachers have recognised its value in improving the quality of teaching and learning, there is still a great deal of confusion in its implementation, especially in how to combine the content of subjects to carry out detailed design. Four typical problems have been revealed in practice: firstly, the analysis of unit teaching elements is just a formality, failing to dig deep into the intrinsic correlation between the learning situation, teaching materials and the standard; secondly, the setting of teaching objectives is out of touch with the cultivation of core literacy, and it is difficult to accurately connect with the cognitive development needs of the students; thirdly, there is a lack of systematic integration in the arrangement of the teaching content, which results in the prominent phenomenon of fragmentation of knowledge; and fourthly, the evaluation of teaching has a single dimension and fails to build a diversified evaluation system covering the learning process and ability development.

To address the above dilemmas, this paper will take the subject of Primary Mathematics as an entry point to systematically sort out the whole process of implementing strategies for Unit Whole Teaching Design. By dismantling the key steps in each process, from the in-depth analysis of teaching elements, literacy-oriented goal setting, structured content reconstruction to the construction of a multiple evaluation system, this paper will provide teachers with a clear and operable practical guide to help them break through the bottleneck of the design and enhance the effectiveness of the implementation of the Unit Whole Teaching Design.

3.1. Optimisation Strategies for Unit Whole Teaching Design in Primary Mathematics

3.1.1. Focusing on students' core literacy and developing Unit Whole Teaching Design objectives

There is a significant difference between Unit Whole Teaching Design and Lesson Time Teaching Design in terms of goal-setting, with the most essential difference being that the former places more emphasis on the cultivation of core literacy as the core goal orientation, and the in-depth deconstruction of the subject knowledge system. In Unit Whole Teaching Design, teachers need to anchor the teaching objectives pre-

cisely, break them down into hierarchical and progressive sub-objectives, ensure complete coverage of all levels of the knowledge structure, and at the same time articulate them in a clear and logical manner and with clear criteria. These objectives do not focus on the isolated mastery of a single knowledge point, but are formulated in a comprehensive manner around the learners' knowledge reserves, learning habits, motivation levels and developmental expectations, in an effort to realise the organic unity of the acquisition of knowledge, the enhancement of competence and the shaping of affective values.

As the core of education and teaching, core literacy is endogenous and developmental in nature, and its formation and development are deeply rooted in the learning process of individual students, and cannot be detached from the main body of students. Therefore, in the target design of Unit Whole Teaching Design, the cultivation of core literacy must be carried out throughout the whole process, and through systematic target planning, it can provide solid support for the comprehensive development of students, and help students to internalise and improve their core literacy in the process of knowledge learning and ability cultivation.

3.1.2. Creating a Unit Whole Teaching Design Context to Promote a Close Connection to the Thematic Content of the Unit

In Unit Whole Teaching Design, the creation of problem situations is the key path to achieving the teaching objectives. In the process of exploring problems, students need to actively activate their existing knowledge reserves, reorganise and deepen their cognitive structure, so as to promote the development of thinking to a higher level. High-quality problem situations should be closely related to the core theme of the unit, and the core concepts of mathematics should be cleverly integrated into realistic task scenarios. Teachers should be good at tapping the vivid materials in students' daily lives to build immersive teaching contexts, break down the barriers between maths and life, and let abstract mathematical knowledge "take root" in real-life situations.

The cultivation of contextualisation and knowledge transfer is a distinctive feature of Unit Whole Teaching Design. Cultivating core literacy not only requires that knowledge be given contextual carriers, but also that these contexts be authentic and diverse. Under the traditional teaching mode, there are often limitations in the creation of contexts: some of the contexts are outdated and difficult to meet the needs of the times; there is a lack of intrinsic logical connection between different contexts, which forms an 'information island' and makes it difficult for students to realise cross-scenario application of knowledge. The Unit Whole Teaching Design emphasises the building of bridges for knowledge transfer through the creation of serialised and progressive multiple contexts. This requires teachers to carefully design core themes throughout the unit, which can systematically integrate fragmented knowledge, promote the integration of knowledge within subjects and the cross-fertilisation of knowledge between subjects, so as to truly realise the

living application of knowledge and the progressive enhancement of literacy.

3.1.3. Integrate the teaching content of each module of the unit and lead students to establish a systematic knowledge system

The integration and reconstruction of unit content is the core of Unit Whole Teaching Design, which requires teachers to base on students' learning conditions and the logic of textbook arrangement to systematically optimise the teaching content. Mathematics textbooks follow the law of spiral arrangement, and the same knowledge module shows a cyclical progression in different school segments. Therefore, to carry out the integration of unit content, teachers first need to conduct a vertical analysis of the curriculum system, sort out the specific content of similar knowledge modules in different school segments, accurately locate the students' existing knowledge reserves, and prejudge the impact of the current teaching content on the subsequent learning, so as to link the dispersed knowledge points into a complete knowledge chain, and to build up a systematic vertical knowledge structure.

In terms of content integration strategies, two paths can be adopted: logical integration and project integration. Logical integration emphasises the planning of the teaching sequence based on the intrinsic connection and cognitive logic of knowledge, for example, following the logic of 'conceptual knowledge - relationship comparison - practical application', the teaching of number concepts, comparison of number sizes and arithmetic operations can be carried out in sequence. Project integration, on the other hand, takes specific learning projects as the carrier, and designs a series of tasks around the core knowledge points of primary school mathematics, guiding students to establish horizontal links between knowledge and realise comprehensive application of knowledge in the process of solving practical problems. Teachers can flexibly adjust the teaching sequence or reorganise the units for knowledge content that is repeated or highly related in the textbooks. Take the teaching of triangles as an example, in view of the drawing of the height of the triangle and the classification of angles are closely related, the teaching arrangements can first guide students to understand the basic features of the triangle as a whole, and then gradually explore its sides, angles and classification, this adjustment is more in line with the law of cognitive development of students, help to enhance learning efficiency.

Unit Whole Teaching Design is always oriented to the cultivation of core literacy, and this concept runs through the whole process of goal setting, context creation and content integration. At the level of objective design, teachers need to take into account students' learning status, motivational needs and other factors, and formulate teaching objectives that cover both the knowledge system and the development of literacy; at the level of context creation, it is emphasised that real life is the source, and problem scenarios with contextual and migratory aspects are created, so as to integrate core mathematical concepts into the thematic tasks of the unit, and to drive the deepening of students' cognition in the process of problem solving; and at the level

of content integration, the systematic reconstruction of teaching content is achieved through building vertical knowledge networks and optimising teaching sequences, so as to build a solid knowledge foundation for the development of students' core literacy.

3.2. A Framework for Unit Whole Teaching Design in Primary Maths

3.2.1. Analysing the teaching elements of the unit

The teaching elements of the unit cover the learning situation, the curriculum standard, the teaching materials, the teaching points and difficulties, and the analysis of the teaching methods. Teachers need to understand the learning situation with the help of pre-class assessments, homework analyses, classroom observations and teacher interviews, focusing on both individual and group characteristics of primary school students, clarifying their cognitive structure and knowledge development characteristics, and anticipating learning difficulties. When studying the curriculum standards, it is important to clarify the abilities and qualities that students should have at different stages based on the new standards, summarise the guidance in the light of the current situation, judge the learning expectations of students accordingly, and formulate teaching objectives and activities. Comparing different versions of textbooks, summarising the characteristics, grasping the structure, establishing the link between the contents of the unit, providing a basis for teaching design, and integrating the textbooks based on the arrangement of the textbooks, the students and the knowledge structure of the unit, and making good preparations for the lesson. Teachers analyse the teaching key points from the perspective of the unit as a whole and sort them out based on the learning situation, which is extremely crucial for breaking through the key points and cultivating students' thinking. Before and after establishing the course theme and objectives, teachers should research the necessary information and materials, clarify the objectives and themes, and enhance their understanding of the two by studying the curriculum standards, teaching materials, and learners. Only by mastering the content and knowledge structure of the textbooks and understanding the characteristics of learners before class, teachers can make correct decisions in subsequent teaching activities.

3.2.2. Design Integration Unit

(1) Form the Unit Whole Teaching Design Goals

A scientifically sound teaching design cannot be achieved without a thorough analysis of students' learning situations, textbooks, and curriculum standards. These three elements together form the core basis for setting teaching objectives. Before conducting teaching design, teachers need to systematically review students' existing knowledge reserves, learning abilities, and cognitive characteristics, accurately interpret the arrangement logic and knowledge framework of the textbooks, and deeply study the specific requirements of the curriculum standards. This serves as the foundation for designing teaching activities.

The setting of teaching objectives should not be limited to the transmission of knowledge, but should

also comprehensively cover the multidimensional development needs of students at specific stages of learning, including the skills and methods they should master, mathematical thinking, and emotional attitudes. By carefully breaking down teaching objectives, teachers can anticipate potential difficulties and obstacles that may arise during the teaching process in advance, leaving room for flexible adjustments to teaching strategies, thereby enhancing the relevance and effectiveness of teaching activities.

In Unit Whole Teaching Design, teachers need to closely integrate textbook analysis, student assessment, and the cultivation of core mathematical literacy. On the one hand, by sorting out the knowledge structure of the textbook, they can clarify the logical connections between each knowledge point. On the other hand, based on an accurate grasp of students' cognitive levels, they can incorporate core literacy such as mathematical abstraction and logical reasoning into the teaching objectives, forming a clear and focused Unit Whole Teaching Design objective system that provides clear guidance for the orderly implementation of subsequent teaching activities.

(2) Clarify the core concepts of the unit

The new curriculum standards advocate for the structuring of course content, which essentially involves understanding the curriculum from a structured perspective. This requires teachers to utilise 'big ideas' (core concepts) to guide content integration and the cultivation of core competencies, thereby highlighting their pivotal role in curriculum design. The development of subject-specific core competencies is grounded in subject-specific big ideas, a concept whose theoretical roots can be traced back to Bruner's cognitive structure theory — which posits that new knowledge is understood through meaningful experiences and encoded into structures that facilitate its retrieval. Scholars Liu Hui and Liu Aidong [2] point out that big ideas are 'higher-order' concepts. Li Gang and Lyu Yujie [3] emphasise that the implementation of subject core competencies must be centred around big ideas, as they can prevent superficial and fragmented learning, promote transfer, and improve classroom efficiency and quality. Big ideas, like 'framework,' support smaller ideas, principles, and methods to form a complete disciplinary system. Without them, knowledge becomes scattered. Take learning about numbers as an example: distinguishing between integers and natural numbers can deepen understanding, and learning about fractions and decimals later on is a two-step expansion of the concept of numbers. Comparing natural numbers, fractions, and integers side by side can strengthen cognition. Teachers need to sort out the similarities and differences between pieces of knowledge to help students make connections.

The connection between core concepts promotes close links within the subject, enabling students to learn specific knowledge efficiently once they have mastered them. Teachers need to grasp the essence of mathematics, analyse core competencies, analyse unit knowledge structures, extract basic principles and definitions, compare and categorise the similarities and differences between horizontal knowledge points, and clarify the

distinctions and connections between them in order to form unit core concepts based on curriculum standards and multiple versions of textbooks. At the same time, appropriate teaching materials are selected, and knowledge structure analysis is used to deepen understanding of similar principles and definitions, distinguish between similar concepts, summarise cognitive methods and reasoning processes, form mathematical thinking, and improve teaching effectiveness.

(3) Reconstructing the course content framework

The intrinsic interconnectivity of mathematical knowledge between units requires teachers to strengthen the continuity of content in their teaching. By using unit core concepts and core competencies as a link, they should reconstruct the curriculum system to help students achieve a deep understanding and holistic construction of knowledge. Teachers must first clarify the logical framework of subject knowledge. Based on this, they should break through the limitations of class hours, organise the intrinsic connections between knowledge points, and creatively integrate the curriculum content. This will facilitate students' transition from fragmented knowledge acquisition to systematic cognitive construction.

To achieve the integration of teaching content, three key issues must be addressed: First, the current unit division of mathematics courses tends to result in fragmented knowledge. Teachers must emphasise the integrity of the curriculum in their teaching, using cross-unit knowledge connections to demonstrate the logical structure of the mathematics discipline. Second, the spiral progression of textbook content requires teachers to enhance their ability to integrate teaching materials, using a systematic perspective to grasp the progressive relationship of the same knowledge module across different periods, avoiding repetitive teaching while reinforcing cognitive progression; third, unit content organisation must align with students' psychological cognitive patterns. If knowledge points are presented in isolation, it will hinder the formation of a complete cognitive structure. Therefore, teachers need to accurately grasp the logic of course design, take students' actual learning starting points as the basis, follow the principles of comprehensiveness, gradual progression, and interrelatedness, and construct a teaching sequence that progresses from simple to complex and is interconnected, ensuring that knowledge transmission conforms to both disciplinary logic and cognitive development patterns.

3.2.3. Develop unit teaching resources

Based on the analysis of the unit content and understanding of the students' learning situation, teachers develop resources suitable for the Unit Whole Teaching Design, which mainly include the development of the unit teaching context and the design of core tasks. Design authentic contexts that align with students' lives based on teaching content and their life experiences. Guide students to explore core concepts through these authentic contexts. Design core tasks that align with students' core competencies based on the selected teaching contexts, unit content, and student circumstances, helping students develop an awareness of the

unit. Develop mathematical cultural resources, integrate culture into classroom teaching, and use teaching contexts as a guide to promote the development of unit activities, cultivating students' ability to apply knowledge in new contexts.

3.2.4. Implement teaching

In the teaching practice phase, it is necessary to further refine the preliminary design activities and implement them precisely in the classroom. Only through actual teaching implementation can problems be effectively identified and solutions optimised. Specifically, it is necessary to systematically integrate the results of the preliminary analysis, design, and development phases, scientifically divide lesson types and lesson hours, extract core tasks and driving questions for each unit, and organise learning activities with the unit as the core of teaching. In practice, we continuously monitor issues that arise during unit integration, dynamically evaluate students' learning processes, and adaptively adjust the planning and content of the Unit Whole Teaching Design based on actual teaching feedback. This ensures that teaching practices align with pre-set objectives while remaining flexible enough to optimise based on changes in student circumstances, thereby achieving a closed-loop improvement in teaching design and implementation.

3.2.5. Conduct unit evaluation

Once basic teaching activities are being carried out in an orderly manner, the establishment of a teaching evaluation system becomes a key factor in ensuring teaching quality. In Unit Whole Teaching Design, it is necessary to adopt a diversified and comprehensive evaluation model to ensure that teaching effectiveness is comprehensively measured. The evaluation design must adhere to two core principles: first, emphasise the deep integration of process-based evaluation, incorporating evaluation into every stage of classroom teaching, and using real-time monitoring and feedback to accurately assess the achievement of teaching objectives; second, focus on the practicality and efficiency of the evaluation plan, avoiding cumbersome processes or complex standards that could affect the pace of classroom teaching, and ensuring that evaluation activities accurately reflect teaching effectiveness while providing clear guidance for teaching improvement.

When designing assessment projects, teachers should establish a two-way feedback mechanism: on the one hand, they should provide timely feedback to students on their learning outcomes, helping them to clearly understand their own learning status, identify their strengths and weaknesses in knowledge mastery, thereby stimulating their initiative in learning and optimising their review strategies; on the other hand, through systematic reflection on the teaching process, they should summarise the experiences and shortcomings of the Unit Whole Teaching Design, extract excellent teaching strategies, improve weak areas, and promote the iterative upgrading of the Unit Whole Teaching Design, achieving a virtuous cycle of 'assessment-driven teaching and assessment-driven learning.'

4. Conclusion

As educational reforms continue to deepen, Unit Whole Teaching Design, an innovative model aligned

with the new curriculum standards, is increasingly becoming a key pathway to enhancing teaching quality. Compared to traditional lesson-based teaching design, Unit Whole Teaching Design breaks through the limitations of fragmented knowledge, integrating teaching content from a more macro perspective. This not only helps teachers systematically grasp the structure of subject knowledge but also fosters students' core competencies through continuous knowledge connections and practical applications. Although this model is still in the developmental stage of theoretical exploration and practical validation, with challenges remaining in areas such as theoretical framework construction and the implementation of teaching strategies, it has already demonstrated profound implications for future educational reforms.

This paper takes primary school mathematics education as its research object, systematically exploring the theoretical value and practical pathways of Unit Whole Teaching Design. The study first delves into the core significance and application value of Unit Whole Teaching Design from dimensions such as educational goal transformation and subject knowledge integration, clearly identifying its pivotal role in promoting students' cognitive development and fostering core competencies. Secondly, through multiple research methods including classroom observations, teacher interviews, and student questionnaires, the study comprehensively reviews the current application status of Unit Whole Teaching Design in primary school mathematics education, precisely identifying practical issues such as unclear theoretical understanding, disconnect between theory and practice, and an incomplete evaluation system. Based on research analysis, the study proposes a scientific Unit Whole Teaching Design framework: starting from a precise analysis of student learning situations, textbooks, and curriculum standards, establish Unit Whole Teaching Design objectives that combine knowledge transfer and competency cultivation; through exploring the essence of mathematics, extract core concepts that run through the unit; based on knowledge logic and student cognitive patterns, reconstruct a structured curriculum content system; simultaneously develop supporting teaching resources, including multimedia courseware, practical task sheets, expanded reading materials, etc. ; in the teaching implementation phase, the design plan is transformed into specific classroom activities, and a multi-dimensional evaluation mechanism is established to conduct dynamic assessments from multiple dimensions such as the learning process, knowledge mastery, and ability development.

Through practical teaching practice, the Unit Whole Teaching Design has demonstrated significant effectiveness: students are able to systematically construct a unit knowledge network, achieving a transition from scattered knowledge points to overall cognition; teaching efficiency has been greatly improved, avoiding the drawbacks of repetitive explanations and isolated learning in traditional teaching; in terms of ability cultivation, students' ability to combine numbers and shapes and apply knowledge has been significantly enhanced, enabling them to flexibly apply what they have

learned when faced with complex problems. At the same time, a wealth of learning activities and continuous feedback stimulated students' interest in learning, significantly improving classroom participation and motivation. These practical results fully demonstrate that the Unit Whole Teaching Design has a positive and far-reaching impact on promoting the development of students' core competencies and achieving the educational goals of mathematics teaching, providing an extremely valuable practical example for primary school mathematics teaching reform.

References

1. Ministry of Education of the People's Republic of China. Compulsory Education Mathematics Curriculum Standards (2022 Edition) [S]. Beijing: Beijing Normal University Press, 2022.
2. Liu Hui. Unit Whole Teaching Design Configuration from the Perspective of 'Big Ideas' — With a Discussion on Competency-Oriented Classroom Reform [J]. Educational Research, 2020, 41(06): 64-77.
3. Li Gang, Lyu Lijie. Big Idea Course Design: A Curriculum Framework Aimed at Implementing Disciplinary Core Competencies [J]. Research on Educational Development, 2018, 38(Z2): 35-42.
4. Lei Hao, Li Xue. Competency-Based Large Unit Teaching Design and Implementation [J]. Global Education Outlook, 2022, 51(05):49-59.
5. Cui Yundong. Disciplinary Core Competencies Call for Large-Unit Teaching Design [J]. Shanghai Educational Research, 2019, (04): 1-2.
6. Ma Lan. Exploring Integrated and Orderly Unit Teaching Design [J]. Curriculum, Textbooks, and Teaching Methods, 2012, 32(02): 23-31.
7. Dun Jian'an, He Caixia. Unit Teaching Design Under the Guidance of Big Ideas [J]. Basic Education Curriculum, 2019, (18):6-11.
8. Li Lei, An Guiqing. Holistic Teaching Design Based on Units [J]. People's Education, 2019, (01):52-55.
9. Ma Lan, Gao Junyu, Chen Lin. Designing Unit Teaching Based on Student Situations and Oriented by Goals [J]. Journal of Zhejiang Education College, 2008, (03): 50-68.

DEGENERATING DIFFERENTIAL EQUATIONS IN PRIVATE SECOND -ORDER DERIVATIVES WITH TWO INDEPENDENT VARIABLES

Zulpukarov J.,

*c.ph-math.sc., Associate Professor of the Osh Technological University
named after M. M. Adyshev, Kyrgyz Republic*

Aliyeva J.

Senior Lecturer Osh State Pedagogical University, Kyrgyz Republic

DOI: [10.5281/zenodo.15654753](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654753)

Abstract

For differential equations in private derivatives of the second order with two independent variables, the task of Koshi is considered. This task comes down to an integral equation using several designations. Bringing the task to the integral equation, thus, is one of the urgent tasks. In the work, the unity of the solution has been proved and regulating operators according to M.M. Lavrentiev in space $L_2(G)$.

Keywords: theorem, consequence, function, substitution, airship formula, equations, space.

Introduction. The result regulating operators according to M.M. Lavrentiev, to solve the integrated equations of Voltaire I, with one and two independent alternating variables, were obtained in [1.2]. The decisions of the integrated equations of Volterra of the first kind are widely studied in the works of A.N. Tikhonov, M. M. Lavrentiev, V.K. Ivanov, A.L. Babyam, V.G. Romanov, M.I. Imanaliev, A. Asanov and others.

This article is devoted to the study of the issues of degenerating differential equations in private derivatives of the second order with two independent variables.

Since the case of heterogeneous regional tasks is quickly reduced to the case of homogeneous tasks, then without limiting the community, we will consider the task.

$$a(t, x)u_{tx} + b(t, x)u_t + c(t, x)u_x + g(t, x)u = f(t, x), \quad (1)$$

$$u(0, x) = 0, \quad x \in [0; X],$$

$$u(t, 0) = 0, \quad t \in [0; T] \quad (2)$$

where $a(t, x), b(t, x), c(t, x), g(t, x)$ и $f(t, x)$ – are given functions, and $u(t, x)$

the non-negative continuous in the domain under consideration, is an unknown function $G = \{(t, x) : 0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq X\}$, a $u(t, x)$ – an unknown in the function in the domain G .

We denote $Z_2(G)$ – the space function $u(t, x)$ such that

$$u(t, x), u_t(t, x), u_x(t, x), u_{tx}(t, x, y) \in L_2(G) [3].$$

Let's make the following substitution

$$u(t, x) = \int_0^t \int_0^x \mathcal{G}(s, z) dz ds, \quad (t, x) \in G. \quad (3)$$

Substituting (3) into (1) we have

$$\begin{aligned} & a(t, x) \int_0^t \int_0^x \mathcal{G}(s, z) dz ds + b(t, x) \int_0^x \mathcal{G}(t, z) dz + c(t, x) \int_0^t \mathcal{G}(s, z) ds + \\ & + g(t, x) \int_0^t \int_0^x \mathcal{G}(s, z) dz ds = f(t, x). \quad (t, x) \in G \end{aligned} \quad (4)$$

Problem (1) – (2) is equivalent to the system of integral equations (3) – (4). Multiplying both parts of equation (4) by and integrating $\mathcal{G}(t, x)$ over the domain $G_{tx} = \{(s, z) : 0 \leq s \leq t, 0 \leq z \leq x\}$, we obtain

$$\begin{aligned} & \int_0^t \int_0^x a(s, z) \mathcal{G}^2(s, z) dz ds + \int_0^t \int_0^x \int_0^z b(s, z) \mathcal{G}(s, \xi) \mathcal{G}(s, z) d\xi dz ds + \int_0^t \int_0^x \int_0^s c(s, z) \mathcal{G}(\tau, z) \mathcal{G}(s, z) d\tau dz ds + \\ & + \int_0^t \int_0^x \int_0^s \int_0^z g(s, z) \mathcal{G}(\tau, \xi) \mathcal{G}(s, z) d\xi d\tau dz ds = \int_0^t \int_0^x f(s, z) \mathcal{G}(s, z) dz ds. \end{aligned} \quad (5)$$

Using the relations [1]:

$$KV V'_s = \frac{1}{2} (KV^2)'_s - \frac{1}{2} K'_s V^2.$$

$$KVV''_{sw} = \frac{1}{2}(KV^2)''_{sw} - \frac{1}{2}(K'_s V^2)'_w - \frac{1}{2}(K'_w V^2)'_s + \frac{1}{2}K''_{sw} V^2 - KV_s V'_w.$$

Let's rewrite equality (5) in the following form:

$$\begin{aligned} & \int_0^t \int_0^x a(s, z) \vartheta^2(s, z) dz ds + \frac{1}{2} \int_0^t b(s, x) \left(\int_0^x \vartheta(s, \xi) d\xi \right)^2 ds - \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x b'_z(s, z) \left(\int_0^z \vartheta(s, \xi) d\xi \right)^2 dz ds + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^x c(t, z) \left(\int_0^t \vartheta(\tau, z) d\tau \right)^2 dz - \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x c'_s(s, z) \left(\int_0^s \vartheta(\tau, z) d\tau \right)^2 dz ds + \\ & + \frac{1}{2} g(t, x) \left(\int_0^t \int_0^x \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 - \frac{1}{2} \int_0^t g'_s(s, x) \left(\int_0^s \int_0^x \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 ds - \\ & - \frac{1}{2} \int_0^x g'_z(t, z) \left(\int_0^t \int_0^x \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 dz + \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x g''_{sz}(s, z) \left(\int_0^s \int_0^z \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 dz ds - \\ & - \int_0^t \int_0^x g(s, z) \left(\int_0^s \vartheta(\tau, z) d\tau \right) \left(\int_0^z \vartheta(s, \xi) d\xi \right) dz ds = \int_0^t \int_0^x f(s, z) \vartheta(s, z) dz ds \end{aligned}$$

Integrating the latter over the domain and applying the Dirichlet formula, we have

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \{ 2a(s, z) \vartheta^2(s, z) + (t-s)b(s, z) \left(\int_0^x \vartheta(s, \xi) d\xi \right)^2 - 2(t-s)(x-z)g(s, z) \times \\ & \times \left(\int_0^s \vartheta(\tau, z) d\tau \right) \left(\int_0^z \vartheta(s, \xi) d\xi \right) + (x-z)c(s, z) \left(\int_0^t \vartheta(\tau, z) d\tau \right)^2 \} dz ds + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \{ (t-s)(x-z)[b'_z(s, z) \left(\int_0^z \vartheta(s, \xi) d\xi \right)^2 + c'_s(s, z) \left(\int_0^s \vartheta(\tau, z) d\tau \right)^2] \} dz ds + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \{ g(s, z) \left(\int_0^s \int_0^z \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 - (t-s)g'_s(s, z) \left(\int_0^s \int_0^x \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 - \\ & (x-z)g'_z(s, z) \left(\int_0^t \int_0^z \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 + (t-s)(x-z)g''_{sz}(s, z) \left(\int_0^s \int_0^z \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 \} dz ds = \\ & = \int_0^t \int_0^x \int_0^s \int_0^z f(\tau, \xi) \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau dz ds. \end{aligned} \quad (6)$$

We assume that the following conditions are met:

a) $a(t, x), b(t, x)$ – non-negative, continuous functions and have continuous partial derivatives of the first order in the domain G , while $a(t, x)$ is non-increasing in t , and $b(t, x)$ is non-increasing in x , and $g(t, x)$ is continuous in the aggregate (t, x) in the domain G [4].

b) for any $(t, x, s, z) \in G_1 = \{(t, x) : 0 \leq s \leq t \leq T, 0 \leq z \leq x \leq X\}$

$$b(s, z)c(s, z) - (t-s)(x-z)g^2(t, x) \geq 0$$

c) for any $(t, x, s, z) \in G_1$ it is valid

$$a(s, z) - (t-s)a'_s(s, z) - (x-z)a'_z(s, z) - (t-s)(x-z)a''_{sz}(s, z) \geq K > 0,$$

where $0 < K$ is a certain constant.

In this case, the quadratic forms in expression (6) are non-negative, so there is

$$\frac{K}{2} \int_0^t \int_0^x \left(\int_0^s \int_0^z \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 dz ds \leq \left| \int_0^t \int_0^x \int_0^s \int_0^z f(\tau, \xi) \vartheta(\tau, \xi) d\xi d\tau dz ds \right|. \quad (7)$$

Putting $f(t, x) = 0$, $(t, x) \in G$, it follows from (7) that is, $\int_0^s \int_0^z \mathcal{G}(\tau, \xi) d\xi d\tau = 0$ t.e. $\mathcal{G}(t, x) = 0$,

$(t, x) \in G$. Thus, the following is proved, the following:

Theorem 1. Let conditions a)-b) be fulfilled. Then, the solution of equation (4) is unique in the space $L_2(G)$. Therefore, the problem (1) – (2) has a unique solution $u(t, x)$ from the class $L_2(G)$.

Consequence. Let the conditions a), b), and c) be fulfilled. Then the solution of the problem (1)-(2) is unique in the space Z_2 .

Next, along with the problem (1)-(2), we consider the problem

$$(\varepsilon + a(t, x))u_{\varepsilon x} + b(t, x)u_{\varepsilon t} + c(t, x)u_{\varepsilon x} + g(t, x)u_{\varepsilon} = f(t, x), \quad (8)$$

$$u_{\varepsilon}(0, x) = 0, \quad x \in [0; X],$$

$$u_{\varepsilon}(t, 0) = 0, \quad t \in [0; T] \quad (9)$$

where $0 < \varepsilon$ - is small parameter.

Using the substitution, $u_{\varepsilon}(t, x) = \int_0^t \int_0^x \mathcal{G}_{\varepsilon}(s, z) dz ds$, $(t, x) \in G$, we reduce the problem (8) – (9) to the integral equation:

$$\begin{aligned} &(\varepsilon + a(t, x))\mathcal{G}_{\varepsilon}(t, x) + b(t, x) \int_0^x \mathcal{G}_{\varepsilon}(t, z) dz + c(t, x) \int_0^t \mathcal{G}_{\varepsilon}(s, x) ds + \\ &+ g(t, x) \int_0^t \int_0^x \mathcal{G}_{\varepsilon}(s, z) dz ds = f(t, x). \quad (t, x) \in G \end{aligned} \quad (10)$$

We introduce the following definition.

Definition 1. A function $u(t, x) \in L_2(G)$ is called a generalized solution of problem (1)-(2) $f(t, x) \in L_2(G)$, if it satisfies the equality

$$\begin{aligned} &\int_0^T \int_0^X \{a(s, z)\overline{\mathcal{G}_{sz}}(s, z) + (a'_s(s, z) - b(s, z))\overline{u_z}(s, z) + (a'_z(s, z) - c(s, z))\overline{u_s}(s, z) + (a''_{sz}(s, z) + \\ &+ g(s, z) - b'_z(s, z) - c'_s(s, z))\overline{u}(s, z)\} u(s, z) \overline{u}(s, z) dz ds = \int_0^T \int_0^X f(s, z) \overline{u}(s, z) dz ds, \quad (11) \end{aligned}$$

for any $\overline{u}(t, x) \in Z_2(G)$, such that $\overline{u}(T, x) = \overline{u}(t, X) \equiv 0$ [3,2].

Theorem 2. If conditions a)-b) и $f(t, x) \in Z_2(G)$ are satisfied, and then there is a generalized solution to problem (1)-(2).

Proof: Multiplying both parts of equation (10) by and integrating over the $\mathcal{G}_{\varepsilon}(t, x)$ domain G_{tx} twice and taking into account (5), we obtain

$$\begin{aligned} &\varepsilon \int_0^t \int_0^x \int_0^s \int_0^z \mathcal{G}_{\varepsilon}^2(\tau, \xi) d\xi d\tau dz ds + \int_0^t \int_0^x \int_0^s \int_0^z a(\tau, \xi) \mathcal{G}_{\varepsilon}^2(\tau, \xi) d\xi d\tau dz ds + \\ &+ \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \{(t-s)b(s, z) \left(\int_0^x \mathcal{G}_{\varepsilon}(s, \xi) d\xi \right)^2 - 2(t-s)(x-z)g(s, z) \times \\ &\times \left(\int_0^s \mathcal{G}_{\varepsilon}(\tau, z) d\tau \right) \left(\int_0^z \mathcal{G}_{\varepsilon}(s, \xi) d\xi \right) + (x-z)c(s, z) \left(\int_0^t \mathcal{G}_{\varepsilon}(\tau, z) d\tau \right)^2\} dz ds + \\ &+ \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \{(t-s)(x-z)[b'_z(s, z) \left(\int_0^z \mathcal{G}_{\varepsilon}(s, \xi) d\xi \right)^2 + c'_s(s, z) \left(\int_0^s \mathcal{G}_{\varepsilon}(\tau, z) d\tau \right)^2]\} dz ds + \\ &+ \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \{g(s, z) \left(\int_0^s \int_0^z \mathcal{G}_{\varepsilon}(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 - (t-s)g'_s(s, z) \left(\int_0^s \int_0^x \mathcal{G}_{\varepsilon}(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& (x-z)g'_z(s,z)\left(\int_0^t\int_0^z\mathcal{G}_\varepsilon(\tau,\xi)d\xi d\tau\right)^2 + (t-s)(x-z)g''_{sz}(s,z)\left(\int_0^s\int_0^z\mathcal{G}_\varepsilon(\tau,\xi)d\xi d\tau\right)^2\}dzds = \\
& = \int_0^t\int_0^x\left\{\int_0^s\int_0^z f(\tau,\xi)\mathcal{G}_\varepsilon(\tau,\xi)d\xi d\tau\right\}dzds. \tag{12}
\end{aligned}$$

Let's transform the right part. Using the piecemeal integration formulas and the Dirichlet formula, we have:

$$\begin{aligned}
& \int_0^t\int_0^x\left\{\int_0^s\int_0^z f(\tau,\xi)\mathcal{G}_\varepsilon(\tau,\xi)d\xi d\tau\right\}dzds = \int_0^t\int_0^x\int_0^s\int_0^z f(\tau,\xi)\frac{\partial^2}{\partial\tau\partial\xi}\left(\int_0^\tau\int_0^\xi\mathcal{G}_\varepsilon(\varphi,\eta)d\eta d\varphi\right)d\xi d\tau dzds = \\
& = \int_0^t\int_0^x\left\{[f(s,z) - (t-s)f'_s(s,z) - (x-z)f'_z(s,z) + (t-s)(x-z)f''_{sz}(s,z)]\times\right. \\
& \quad \left.\times\left(\int_0^s\int_0^z\mathcal{G}_\varepsilon(\tau,\xi)d\xi d\tau\right)\right\}dzds
\end{aligned}$$

By the condition of the theorem, $f(t,x) \in Z_2(G)$ therefore

$$\begin{aligned}
& \sup_{(t,x) \in G} \int_0^t\int_0^x\left\{[f(s,z) - (t-s)f'_s(s,z) - (x-z)f'_z(s,z) + (t-s)(x-z)f''_{sz}(s,z)]\right. \\
& \quad \left.\times\left(\int_0^s\int_0^z\mathcal{G}_\varepsilon(\tau,\xi)d\xi d\tau\right)\right\}dzds \leq N^2 < \infty \\
& \left|\int_0^t\int_0^x\int_0^s\int_0^z f(\tau,\xi)\mathcal{G}_\varepsilon(\tau,\xi)d\xi d\tau dzds\right| \leq N\left(\int_0^t\int_0^x\left(\int_0^s\int_0^z\mathcal{G}_\varepsilon(\tau,\xi)d\xi d\tau\right)^2 dzds\right)^{\frac{1}{2}}, \tag{14}
\end{aligned}$$

where $0 < N$ is a constant independent of ε . By virtue of conditions a)-b) and (13), it follows from (12)

$$\|\mathcal{G}_\varepsilon(t,x)\|_{L_2} \leq \frac{2N}{K}, \quad \varepsilon > 0, \quad (t,x) \in G.$$

Then, due to the reflexivity of the evaluation space $u(t,x) \in L_2(G)$ (14), it follows that a subsequence $\{u_\varepsilon(t,x)\}$ can be distinguished from the family that weakly converges to an element $u(t,x)$ from at $L_2(G)$ $\varepsilon \rightarrow 0$ [4].

We show that this $u(t,x)$ is a generalized solution of problems (1)-(2). Putting $\mathcal{E} = \mathcal{E}_i$ in equation (8), we multiply by some function such $\bar{u}(t,x) \in Z_2(G)$ that $\bar{u}(T,x) = \bar{u}(t,X) \equiv 0$ and we integrate over the domain G

$$\begin{aligned}
& \int_0^T\int_0^X(\mathcal{E}_i + a(s,z))\mathcal{G}_{\varepsilon_i s}(s,z)\bar{u}(s,z)dzds + \int_0^T\int_0^X b(s,z)\mathcal{G}_{\varepsilon_i z}(s,z)\bar{u}(s,z)dzds + \\
& + \int_0^T\int_0^X c(s,z)\mathcal{G}_{\varepsilon_i s}(s,z)\bar{u}(s,z)dzds + \int_0^T\int_0^X g(s,z)\mathcal{G}_{\varepsilon_i}(s,z)\bar{u}(s,z)dzds = \int_0^T\int_0^X f(s,z)\bar{u}(s,z)dzds \\
& \text{Hence, integrating in parts, we have} \\
& \mathcal{E}_i \int_0^T\int_0^X \mathcal{G}_{\varepsilon_i}(s,z)\bar{u}(s,z)dzds + \int_0^T\int_0^X [a(s,z)\bar{u}_{sz}(s,z) + (a'_s(s,z) - b(s,z))\bar{u}_z(s,z) + \\
& + (a'_z(s,z) - c(s,z))\bar{u}_s(s,z) + (a''_{sz}(s,z) - g(s,z) - b'_z(s,z) - c'_s(s,z))\bar{u}_s(s,z)]dzds = \\
& = \int_0^T\int_0^X f(s,z)\bar{u}(s,z)dzds.
\end{aligned}$$

In the latter case, we proceed to the limit at $\varepsilon \rightarrow 0$ to obtain an identity of the form (11). The theorem is proved
We will look for the solution of the problem (8)-(9) in the form

$$u_\varepsilon(t,x) = u(t,x) + \varphi_\varepsilon(t,x), \quad (t,x) \in G, \tag{15}$$

where $u(t,x)$ is the solution of the problem (1)-(2). Substituting (15) into (8)

$$\varepsilon\varphi_\varepsilon(t,x) + a(t,x)\varphi_\varepsilon(t,x) + b(t,x)\varphi_{\alpha}(t,x) + c(t,x)\varphi_{\alpha x}(t,x) + g(t,x)\varphi_\varepsilon(t,x) = -\varepsilon u_{tx}(t,x)$$

by substituting $\varphi_\varepsilon(t, x) = \int_0^t \int_0^x \psi_\varepsilon(s, z) dz ds, (t, x) \in G$,

we reduce the latter to the integral equation

$$\begin{aligned} \varepsilon \psi_\varepsilon(t, x) + a(t, x) \psi_\varepsilon(t, x) + b(t, x) \int_0^x \psi_\varepsilon(t, z) dz + c(t, x) \int_0^t \psi_\varepsilon(s, x) ds + \\ + g(t, x) \int_0^t \int_0^x \psi_\varepsilon(s, z) dz ds = -\varepsilon u_\varepsilon(t, x). \end{aligned} \quad (16)$$

Equation (16) is multiplied by $\psi_\varepsilon(t, x)$ and integrated twice over the domain G_{tx} using the piecemeal integration formulas and the Dirichlet formula. We get

$$\begin{aligned} \varepsilon \int_0^t \int_0^x (t-s)(x-z) \psi_\varepsilon^2(s, z) dz ds + \int_0^t \int_0^x (t-s)(x-z) a(s, z) \psi_\varepsilon^2(s, z) dz ds + \\ + \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \left\{ (t-s)b(s, z) \left(\int_0^x \psi_\varepsilon(s, \xi) d\xi \right)^2 - 2(t-s)(x-z)g(s, z) \times \right. \\ \times \left(\int_0^s \psi_\varepsilon(\tau, z) d\tau \right) \left(\int_0^z \psi_\varepsilon(s, \xi) d\xi \right) + (x-z)c(s, z) \left(\int_0^t \psi_\varepsilon(\tau, z) d\tau \right)^2 \Big\} dz ds + \\ + \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \left\{ (t-s)(x-z) [b'_z(s, z) \left(\int_0^z \psi_\varepsilon(s, \xi) d\xi \right)^2 + c'_s(s, z) \left(\int_0^s \psi_\varepsilon(\tau, z) d\tau \right)^2] \right\} dz ds + \\ + \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^x \left\{ g(s, z) \left(\int_0^s \int_0^z \psi_\varepsilon(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 - (t-s)g'_s(s, z) \left(\int_0^s \int_0^x \psi_\varepsilon(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 - \right. \\ \left. (x-z)g'_z(s, z) \left(\int_0^t \int_0^z \psi_\varepsilon(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 + (t-s)(x-z)g''_{sz}(s, z) \left(\int_0^s \int_0^z \psi_\varepsilon(\tau, \xi) d\xi d\tau \right)^2 \right\} dz ds = \\ = -\varepsilon \int_0^t \int_0^x \left\{ [u''_{sz}(s, z) - (t-s)u'''_{szs}(s, z) - (x-z)u'''_{szz}(s, z) + (t-s)(x-z)u^{IV}_{szsz}(s, z)] dz dt \right\} \end{aligned}$$

Let $u(t, x) \in Z_2(G)$

$$\|u''_{sz}(s, z) - (t-s)u'''_{szs}(s, z) - (x-z)u'''_{szz}(s, z) + (t-s)(x-z)u^{IV}_{szsz}(s, z)\|_{L_2} \leq C$$

$0 < C$ is a certain constant. Then, by virtue of conditions a)-e) and (18), from (17) we have

$$\frac{K}{2} \int_0^t \int_0^x \left(\int_0^s \int_0^z \psi_\varepsilon(\tau, \xi) d\xi d\tau \right) dz ds \leq \varepsilon C N \left(\int_0^t \int_0^x \left| \int_0^s \int_0^z \psi_\varepsilon(\tau, \xi) d\xi d\tau \right| dz ds \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \varepsilon > 0, \quad (t, x) \in G, \quad (19)$$

Hence, by virtue of the Holder inequality, we have

$$\|u(t, x) - u_\varepsilon(t, x)\|_{L_2} \leq \frac{C}{K} \varepsilon, \quad (19)$$

where $0 < C$ — is a constant independent of ε .

Thus, the following is proved.

Theorem 3. Let conditions a)-b) and $u(t, x)$ be fulfilled and the solution of problem (1)-(2) from the class $Z_2(G)$ be such that $u_{tx}(t, x) \in Z_2(G)$. Then the solution $u_\varepsilon(t, x)$ of problem (8)-(9) can be represented as (15) and, for $\varepsilon \rightarrow 0$, converges normally $L(G)$ to the solution of problem $u(t, x)$ (1)-(2). At the same time, the assessment is fair (19).

Conclusion

Regularizing operators are constructed and theorems are proved.

The uniqueness of the solution of degenerate partial differential equations of the second order, and also a regularizing operator in the class $Z_2(G)$ is constructed. The results of the work can be applied in applied problems where nonlinear incorrect integral equations of the first kind degenerate.

References

1. Mikhailov V. P. Partial differential equations. Moscow: Nauka Publ., 1983.
2. Arsenin, V.Ya. On applying the regularization method to integral equations of the first kind of the convolution type // *Calcut Magazine. matem. And checkmate. physics.* 1969. Vol. 9, No. 6. pp.204-210.
3. ZulpukarovZh. A., AlievaZh. A. Uniqueness of the solution of the boundary value problem for degenerate partial differential equations of the second order with three independent variables // *Proceedings of the XVII International Scientific Conference "Society: scientific and educational potential of development (ideas, resources, solutions)"* Cheboksary, Russia [Electronic resource] February 28, 2022. Pp. 11-15.
4. ZulpukarovZh. A., AlievaZh. A. Construction of a regularization solution for the Volterra equation of the first kind // *International Journal of Applied and Fundamental Research.* – Moscow, 2023, No.5. pp.52-60. 10.17513/mjpf.13543.

MUSICOLOGY

ВПЛИВ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ТА ОСОБИСТІСНОГО ОСМИСЛЕННЯ ТЕКСТУ ПІСНІ НА ЯКІСТЬ ВОКАЛЬНОГО ВИКОНАННЯ

Чинчева Л.

доцент кафедри хорового співу і диригування, теорії та методики музичної освіти факультету мистецтв імені Анатолія Авдієвського Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, м.Київ, Україна

ORCID ID 0009-0005-4555-7683

THE INFLUENCE OF INTERPRETATION AND PERSONAL MEANING OF SONG LYRICS ON THE QUALITY OF VOCAL PERFORMANCE

Chyncheva L.

Associate Professor of the Department of Choral Singing and Conducting, Theory and Methods of Music Education, Anatoly Avdiievsky Faculty of Arts, Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine

DOI: [10.5281/zenodo.15654765](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654765)

Анотація

У статті автором розглядається вплив інтерпретації та особистісного осмислення тексту пісні на якість вокального виконання. Зосереджено увагу на ключовому моменті, а саме: яким чином інтерпретація та особистісне осмислення тексту пісні впливає на загальну якість вокального виконання. У сучасному музичному мистецтві значна увага приділяється технічній майстерності, проте недостатньо вивченим залишається взаємозв'язок між глибоким розумінням словесного матеріалу твору та його фінальним художнім втіленням.

З використанням комбінованого підходу, що включає аналіз існуючих виконавських практик та якісні методи дослідження, автором вивчається, як свідоме осмислення ліричного змісту, розуміння контексту та особистісний відгук виконавця на текст трансформуються у вокальні нюанси, інтонації та динаміку. Дослідження показує, що просте відтворення нот і слів без їх внутрішнього переосмислення призводить до поверхового та менш переконливого виконання. На противагу цьому, глибока інтерпретація та особистісне осмислення тексту є фундаментальними для створення цілісного, емоційно насиченого та художньо довершеного вокального образу, що гармонійно зливається зі слухачем. Отримані результати підкреслюють важливість інтеграції роботи над текстом пісні у вокальну підготовку та педагогіку, спрямовану на формування артистично розвинених виконавців. Метою роботи є аналіз механізмів, за допомогою яких індивідуальне занурення в зміст поетичного тексту впливає на емоційну глибину, автентичність та виразність вокального виступу.

Abstract

In the article, the author examines the influence of interpretation and personal understanding of the lyrics of a song on the quality of vocal performance. The focus is on a key point, namely: how the interpretation and personal understanding of the lyrics of a song affect the overall quality of vocal performance. In modern musical art, considerable attention is paid to technical skill, but the relationship between a deep understanding of the verbal material of a work and its final artistic embodiment remains insufficiently studied.

Using a combined approach that includes the analysis of existing performance practices and qualitative research methods, the author studies how the conscious understanding of lyrical content, understanding of the context and the personal response of the performer to the text are transformed into vocal nuances, intonations and dynamics. The study shows that simply reproducing notes and words without their internal rethinking leads to a superficial and less convincing performance. In contrast, deep interpretation and personal understanding of the text are fundamental for creating a holistic, emotionally rich and artistically complete vocal image that harmoniously merges with the listener. The results obtained emphasize the importance of integrating work on the text of the song into vocal training and pedagogy aimed at the formation of artistically developed performers. The aim of the work is to analyze the mechanisms by which individual immersion in the content of the poetic text affects the emotional depth, authenticity and expressiveness of the vocal performance.

Ключові слова: інтерпретація, вокальне виконання, акторська майстерність.

Keywords: interpretation, vocal performance, acting.

Вокаліст, що володіє акторською майстерністю, є унікальною постаттю, оскільки його здатність органічно поєднувати музичну та акторську виразність здатен захопити аудиторію. Глибоке акторське втілення музичного образу може компенсувати незначні вокальні недоліки або

навіть природні обмеження голосу, перетворюючи виступ на видатне мистецьке явище, що справляє незабутнє враження. Сьогодні існує значна кількість сформованих "систем" та "методів" розвитку акторської особистості, які відповідали естетичним

та соціальним вимогам свого часу. На тлі безлічі сучасних теорій і методів, цікаво звернутися до концепції актора, викладеної видатним українським театральним діячем Лесем Курбасом у "Театральному листі" 1918 року. Його ідеї стосувалися "розумного арлекіна" – актора майбутнього, який є інтелектуально розвиненим і вільно почувається у сфері глибоких переживань та роздумів, що є джерелом мистецтва XX століття. Цей актор, здатний переконати найвибагливішого глядача, на думку Курбаса, не буде прагнути зовнішнього копіювання, а зосередиться на самопізнанні. [2, с. 104]

З огляду на те, що інтерпретація є центральним поняттям даного дослідження, вважаємо за доцільне детальніше розглянути його зміст та функції. Музичне інтерпретування, згідно з В. Москаленком – одним із засновників вітчизняної науки про інтерпретацію – є творчою діяльністю музичного мислення, організованою інтелектом. Її головна мета полягає у виявленні та розкритті виразового та смислового потенціалу музичного твору. [3, с. 8].

Продовжуючи розгляд поняття "інтерпретація" у контексті музичного мистецтва, доречно звернутися до праць провідних дослідників, що розширюють уявлення про її сутність. Якщо В. Москаленко визначає музичне інтерпретування як інтелектуально організовану творчу діяльність, спрямовану на розкриття виразово-смислових можливостей твору, то українська дослідниця О. Зав'ялова поглиблює це розуміння, акцентуючи на комплексності процесу усвідомлення авторського задуму та його індивідуального переосмислення виконавцем. У свою чергу, Д. О. Олексюк у своїх працях з філософії мистецтва наголошує на ролі суб'єкта інтерпретації та її впливі на естетичне сприйняття твору. Доповнюючи ці ідеї з ширшої герменевтичної перспективи, американський теоретик Е. Гірш розмежовує незмінне авторське значення (meaning) твору та його мінливу значущість (significance) для реципієнта. Цей підхід підкреслює двомірність інтерпретації: необхідність осягнення початкового замислу та водночас можливість його особистісного, індивідуального осмислення виконавцем. Таким чином, науковий дискурс висвітлює інтерпретацію як багатогранний процес, що поєднує глибокий аналіз, творче переосмислення та особистісне втілення, що є критично важливим для якості вокального виконання.

Серед ключових елементів акторської інтерпретації вокального твору можна виділити такі групи:

- Емоційна виразність: співак прагне глибоко осмислити та адекватно передати аудиторії емоції, закладені як у музичній тканині через композиторське прочитання тексту, так і в оригінальному поетичному чи прозовому першоджерелі. Це передбачає застосування відповідних вокальних технік для посилення емоційного впливу.

- Виразне слово: однією з найважливіших складових акторської інтерпретації є виразне во-

кальне слово. Воно охоплює не лише чітку артикуляцію звуків і організацію звукового початку фраз, а й свідоме розставлення смислових акцентів відповідно до обраної інтерпретаційної стратегії.

- Музична інтерпретація: співак, мусить ухвалити рішення щодо тлумачення та реалізації темпу, його нюансів, динаміки та фразування. Це необхідно для підкреслення кульмінаційних моментів у вокальному творі, що є важливим для формування цілісного художнього образу.

Першочерговим етапом у створенні художнього образу під час вокальної інтерпретації є герменевтичний аналіз внутрішнього світу персонажа. Необхідно ідентифікувати та інтерпретувати його мотиваційні установки, афективні стани та когнітивні прояви, що імпліцитно присутні у поетичному тексті та експліковані у музичному матеріалі. Такий підхід гарантує психологічну достовірність інтерпретаційного образу. Вокальна виразність суттєво доповнюється невербальними засобами комунікації, що сприяє повноті художнього втілення. Зокрема, мімічна експресія обличчя ефективно передає спектр емоційних станів, синхронізуючись зі співочими елементами виразності, доповнюючи та розширюючи спектр співочих засобів.

У контексті акторської інтерпретації вокального твору емоційна виразність набуває пріоритетного значення. Її функція полягає у забезпеченні емоційної взаємодії з аудиторією та ефективній передачі авторського емоційного задуму, що імпліцитно присутній у поетичному та музичному матеріалі. З огляду на це, актор потребує розвиненої емпатійної здатності та високого рівня емоційного інтелекту. Ці когнітивні та афективні компетенції дозволяють здійснювати ідентифікацію та диференціацію емоційних станів, розширюючи власний емоційний тезаурус. Це, своєю чергою, сприяє знаходженню оптимальних виразних засобів для сценічної реалізації, що включає вербальні, вокальні та кінетичні елементи або їхній комплекс.

Ефективна передача емоцій та виразності вокального твору значною мірою залежить від рівня володіння вокальною технікою. Контрольоване дихання, розуміння акустичних властивостей голосового апарату та інші технічні компетенції формують інструментарій, що дозволяє виконавцю підкреслювати певні смислові акценти та точно відображати емоційний і психологічний стан персонажа. Отже, віртуозність вокальної техніки не лише розширює виконавські можливості, а й створює передумови для глибокої інтерпретації, збагачуючи голосову палітру різноманітним виразним засобам.

Для ефективної передачі ідейно-художнього змісту твору слухачеві, виконавець має майстерно інтегрувати різні засоби виразності. До них належить не лише точне інтонування, володіння звуковеденням, а й такі елементи, як динамічні та агогічні нюанси, точна артикуляція, розмаїття штрихів та продумане фразування, які віддзеркалюють композиторський задум та прочитання поетичного першоджерела. Саме володіння цим арсеналом музичної виразності дозволяє співаку/актору

втілити власну інтерпретацію вокального твору, надаючи йому унікального смислового наповнення.

Ключову роль у формуванні унікальної інтерпретації та передачі всієї палітри емоційних станів персонажа відіграють динамічні й агогічні нюанси в поєднанні з особливостями фразування. Зокрема, маніпуляції темпом можуть ефективно слугувати для наростання напруги, акцентування дії або кардинальної зміни настрою. Модифікації гучності голосу дозволяють розставляти акценти, поглиблювати зміст та передавати емоції: наприклад, фортисимо може підкреслювати обурення чи тріумф, тоді як піанісимо створює відчуття інтимності або загадковості. Крім того, зміни регістру голосу, а також свідомі відхилення від композиторської мелодики та інтонування, є інструментом для виділення ключових слів, фраз чи ідей, а також для передачі специфічного емоційного забарвлення.

Усвідомлене розуміння тексту є передумовою для співака осмислення та глибинного розуміння тексту, забезпечує виконавця методологічною основою для вибору оптимального тональності, динаміки та інтонації. Важливим чинником якісного донесення тексту є правильно відпрацьована дикція та артикуляція, правильна вимова голосних, серед яких «і», «е» є найскладніші.

Висновки. У результаті проведеного дослідження "Вплив інтерпретації та особистісного осмислення тексту пісні на якість вокального виконання" було встановлено, що глибина інтерпретації та особистісне осмислення тексту є визначальними чинниками, що впливають на якість вокального виконання. Цей вплив проявляється на декількох рівнях, формуючи цілісний та емоційно насичений художній образ.

По-перше, акторська інтерпретація вокального твору виходить за межі простого відтворення композиторського прочитання поетичного першоджерела. Вона є складним процесом, що передбачає глибоке осмислення та відображення емоцій, змісту та підтексту через гармонійне поєднання музичних засобів виразності з акторською майстерністю. Це забезпечує створення живого, багатогранного образу, який здатен викликати сильний емоційний відгук у слухача.

По-друге, ключовими елементами акторської інтерпретації вокального твору є емоційна виразність, виразне слово та музична інтерпретація. Емоційний компонент вимагає від виконавця здатності розуміти та передавати почуття, закладені в тексті та музиці, використовуючи відповідні вокальні техніки. Виразне слово не обмежується лише чіткою артикуляцією, а включає свідоме розставляння смислових акцентів. Музична інтерпретація охоплює вміння використання темпу, динаміки та

фразування для підкреслення кульмінаційних моментів та формування цілісного образу.

По-третє, фундаментальне значення має емпатія та розвинений емоційний інтелект актора. Ці якості дозволяють виконавцю не лише "зчитувати" емоції інших, розширюючи власний емоційний словник, але й знаходити адекватні виразні засоби для їх сценічного втілення через мову, спів, рух або інтегрований комплекс акторської виразності.

Нарешті, досконале володіння вокальною технікою (контроль дихання, розуміння резонаторних функцій, віртуозна робота з динамікою, агогікою та фразуванням) є не просто технічною майстерністю, а й необхідною умовою для реалізації глибокої інтерпретації. Саме технічна досконалість відкриває виконавцю широкі можливості для тонкого нюансування, підкреслення смислових акцентів та передачі всієї палітри емоційних станів, що, зрештою, визначає високу якість вокального виконання.

Таким чином, якість вокального виконання є результатом синергії між глибоким особистісним осмисленням тексту, розвинутою акторською майстерністю та віртуозним володінням вокальною технікою, де кожен елемент взаємодоповнює та посилює інший, створюючи неповторне мистецьке явище.

Список літератури

1. Єрошенко О. В. Виразність вокального виконавства: художні та природні чинники // *Культура України: зб. наук. ст. / ХДАК. Харків, 2012. Вип. 36. С. 252-261. URL: https://ic.ac.kharkov.ua/nauk_rob/nauk_vid/rio_old_2017/ku/kultura36/31.pdf (дата звернення: 10.05.2025).*
2. Лесь Курбас у театральній діяльності, в оцінках сучасників – документи / Заг. ред., прим. та передм. В. Ревуцького; упор. тех. ред. О. Зінкевич. Балтимор – Торонто: Українське Видавництво «Смолоскип» ім. В. Симоненка, 1989. 1026 с. URL: <https://diasporiana.org.ua/wp-content/uploads/books/9035/file.pdf> (дата звернення: 11.05.2025)
3. Москаленко В. Лекції з музичної інтерпретації: навч. посіб. Київ: НМАУ ім. П.І. Чайковського, 2013. 134 с. URL: <https://knmau.com.ua/wpcontent/uploads/V.-Moskalenko-Lektsiyi-z-muzichnoyi-interpretatsiyi-Navchalnijposibnik.pdf> (дата звернення: 10.05.2025).
4. Hirsch, E. D. Jr. <https://philpapers.org/rec/HIRVII-4>
5. Glenn D. Wilson *Psychology for performing artists. Butterflies and bouquets.* (2nd edition). London and Philadelphia: Wiley, 2002. 250 p.

NORMAL AND PATHOLOGICAL PHYSIOLOGY

SYSTEMIC CONNECTIVE TISSUE DISEASES AND RAYNAUD'S PHENOMENON

Bukach O.,

*Bukovyna State Medical University,
assistant of the department of internal medicine*

Tkachuk A.,

Tereshkova V.,

Skutelnik K.,

Makoviichuk M.

DOI: [10.5281/zenodo.15654777](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654777)

Abstract

Systemic connective tissue diseases are a large group of autoimmune pathologies that affect not only the connective tissue itself, but also internal organs, blood vessels, skin, and joints. They are characterized by a chronic course, multisystem involvement, and difficulty in diagnosis and treatment.

Keywords: Raynaud's syndrome, Sjögren's syndrome, autoimmune connective tissue diseases, systemic lupus erythematosus, systemic scleroderma.

Connective tissue performs supporting, protective, and trophic functions. It consists of cells and intercellular substance and is present in the skin, bones, cartilage, tendons, blood vessels, heart, kidneys, and other organs [6].

Major systemic diseases [8]

1. Systemic lupus erythematosus (SLE). An autoimmune disease in which the immune system attacks its own tissues. Affects the skin, joints, kidneys, brain, and heart.

2. Rheumatoid arthritis (RA). An inflammatory disease that primarily affects the joints, with gradual deformity and loss of function.

3. Systemic scleroderma. Caused by excessive collagen accumulation, leading to fibrosis of the skin and internal organs.

4. Polymyositis and dermatomyositis. Inflammation of muscle tissue with possible involvement of the skin and internal organs.

5. Sjögren's syndrome. Exocrine gland disease, causing dryness of the mucous membranes (eyes, mouth) and systemic manifestations.

The exact etiology of connective tissue diseases is unknown, but the following play a key role [1]:

- Genetic predisposition
- Immune dysregulation
- Viral infections (e.g. EBV)
- Stress factors and hormonal changes

The main clinical manifestations of these diseases [18]

- Fever, fatigue, weight loss
- Joint and muscle pain
- Skin rashes, skin discoloration (Raynaud's syndrome)
- Damage to the heart, kidneys, lungs, and nervous system.

Raynaud's phenomenon or syndrome is a fairly common manifestation in patients with systemic connective tissue diseases. Although this syndrome was described more than 100 years ago, the problems of its pathogenesis, clinical significance, and therapy still need to be resolved. The modern clinician is faced with an ever-growing list of questions about the etiological

and pathogenetic nature of Raynaud's phenomenon, given the obvious heterogeneity of its pathophysiological mechanisms, as well as clinical relevance and, as a consequence, therapeutic approaches. The frequency of Raynaud's syndrome, according to most studies, reaches 5-10%, but no special epidemiological studies have been conducted. Patients with severe Raynaud's syndrome are treated by doctors of various specialties - surgeons, vascular surgeons, internists, neurologists, pediatricians, rheumatologists, and patients with mild forms very often remain outside the medical attention. This suggests that the true prevalence of Raynaud's syndrome is higher [7].

Raynaud's syndrome can be primary or secondary. The diagnostic criteria for primary Raynaud's syndrome include [10]:

- Episodes of vasospasm under the influence of cold or emotional stress.
- Symmetry of attacks.
- Absence of necrosis, ulcers or gangrene.
- Absence of anamnestic data and objective signs of secondary Raynaud's syndrome.
- Normal nail bed capillaries.
- Normal ESR values.
- Negative ANA test results.

Diagnostic criteria for secondary Raynaud's syndrome include [13]:

- Age of onset greater than 30 years.
- Episodes of vasospasm are accompanied by pain, are asymmetric, or are associated with ischemic skin lesions.
- Clinical signs characteristic of connective tissue diseases.
- Detection of specific autoantibodies.
- Signs of microvascular damage during nail bed capillaroscopy.

Raynaud's phenomenon occurs in approximately 3-4% of the adult population, predominantly women [15].

The incidence of Raynaud's phenomenon varies considerably depending on climate, lifestyle (indoor or outdoor activities), and ethnicity.

Many people with the primary form never seek medical attention. They know they tend to have “cold hands” and do not consider it unusual or serious enough to seek medical attention [1].

Raynaud's syndrome should be suspected when there are complaints of discoloration of the fingers or discomfort when exposed to cold.

Vasoconstriction of the digital arteries, arterioles, and arteriovenous shunts causes initial pallor [1].

During this time, deoxygenated blood accumulates, causing cyanosis.

Subsequently, reactive vasodilation of the skin vessels occurs. This, in turn, causes flushing due to rapid blood resaturation [19].

Accordingly, the stages are distinguished [2]:

- Angiospastic.
- Angioparalytic.
- Trophic disorders.

Quite often, patients report only one or two color changes. Do not be particularly concerned that a color is missing, as any color change in response to cold is an important indication of Raynaud's phenomenon. Paresthesia, numbness of the fingers, or a feeling of discomfort are often part of the clinical picture. These symptoms, which are caused, just like the color changes, by tissue ischemia and warming, add to the confidence that you are dealing with Raynaud's phenomenon [14].

The fingers are more commonly involved than the toes. In severe cases, the ears, nose, and tongue are also involved, but this is not typical of primary Raynaud's phenomenon [7].

The attack lasts a few minutes, and is relieved more quickly by warming up. More severe attacks can last for hours, although this is rare, especially in primary Raynaud's phenomenon [22].

Both the ambient temperature and the rate of heat loss are important for an attack to occur. It is not necessary to be in the cold to have an episode of Raynaud's phenomenon. On a summer day, an attack can occur when a person enters a room with air conditioning or when there is a breeze. In severe cases, attacks can occur even at normal temperatures [3].

To recognize Raynaud's syndrome, a history is sufficient. You don't need to witness an attack. There is no need for provocation tests, and besides, they require time, special equipment, and are not sensitive and specific enough [4].

If your patient reports only one discoloration of the fingers or toes or complains of paresthesias or numbness in response to cold, you can diagnose probable Raynaud's phenomenon. If repeated episodes of biphasic or triphasic color changes occur, both in response to cold and under normal conditions, this is sufficient to arrive at a definitive diagnosis. All of these manifestations of the disease are typical in severe cases [16].

Diagnosing Raynaud's syndrome is fairly easy. It is much more difficult to determine the form of the disease (primary or secondary). Rheumatologists study the full history of the disease, conduct an examination, and prescribe additional tests. Diagnostics may include [17]:

- Blood test (including both a complete blood count and the determination of specific antibodies in case of suspicion of a systemic connective tissue disease);

- Capillaroscopy (examination of the vessels of the fingers).

Once the diagnosis is established, it is necessary to decide whether the phenomenon is primary or secondary.

Primary Raynaud's phenomenon (Raynaud's disease) has no specific cause or underlying disease. It usually occurs in young, healthy women after they have started menstruating and after the age of 20. Symptoms may disappear after menopause. Episodes of the disease are in most cases mild, symmetrical, involving all fingers, sometimes toes. There are no ulcers on the fingers. Normal microscopic picture of the nail bed capillaries [5].

Secondary Raynaud's phenomenon (Raynaud's syndrome) occurs as a manifestation of another disease. The secondary nature of Raynaud's phenomenon should be suspected in all men, in all prepubertal girls, in women in whom it occurs after the age of 35, in any patient, regardless of age and gender, if he has other symptoms of systemic connective tissue disease, as well as in all patients with such serious manifestations that they interfere with leading a normal lifestyle [3].

It can be assumed that the attacks are caused by secondary Raynaud's phenomenon in cases where ulcers have appeared on the fingers. If only a few fingers are involved in the process or if the attacks occur asymmetrically, then in such cases the Raynaud's phenomenon is caused by an organic vascular pathology.

What diseases cause secondary Raynaud's phenomenon [12]:

- Autoimmune connective tissue diseases (dermatomyositis, rheumatoid arthritis, Sjögren's syndrome, systemic lupus erythematosus, systemic scleroderma, vasculitis).

- Professional activities related to working with vibrating tools.

- Neurological and vascular diseases (atherosclerosis, carpal tunnel syndrome, crutch pressure, diabetes, embolism, chest exit syndrome, thromboangiitis obliterans, thrombosis).

- Hematological disorders (cold agglutinin disease, cryoglobulinemia, leukemia, paraproteinemia, erythremia, thrombocytosis).

- Drugs and toxins (beta-blockers, bleomycin, vinblastine, cisplatin, ergotamine preparations, narcotics, polyvinyl chloride).

- Other pathological conditions (anorexia, atypical angina, fibromyalgia, hypothyroidism, malignant tumors, migraine, primary pulmonary hypertension).

Depending on whether the patient has primary or secondary Raynaud's phenomenon, the treatment will depend.

In cases of primary Raynaud's phenomenon, in which no tissue damage occurs, symptomatic treatment is the priority. Explanation, preventive measures, and conservative therapy are sufficient. Advise the patient to dress warmly, wear a hat and gloves in cold weather.

Situations and medications that trigger attacks should be avoided, and smokers should quit [9].

If these measures do not provide sufficient symptomatic improvement, try calcium channel blockers. Nifedipine is particularly helpful. Other calcium channel blockers, such as diltiazem, can also be used, but their effectiveness is less pronounced. Long-acting forms may be prescribed for convenience. The usual dose is 30-90 mg/day, but sometimes 120 mg/day is needed [23].

Calcium channel blockers. These medications relax blood vessels, reducing the frequency and severity of attacks in most people with Raynaud's. These drugs may also help with ulcers. Examples of drugs include nifedipine, amlodipine, and felodipine.

Alpha-blockers. Some people may be prescribed other medications called alpha-blockers, which counteract norepinephrine, a hormone that constricts blood vessels. Examples of medications include prazosin and doxazosin [21].

Vasodilators. Nitroglycerin cream applied to the base of the fingers may help skin ulcers heal. Some vasodilators are widely used to treat other conditions, including the following drugs: losartan, sildenafil, antidepressants (fluoxetine), and prostaglandins [22].

Patients with Raynaud's phenomenon are advised to quit smoking, avoid vasoconstrictive medications (beta-blockers, ergotamines), and avoid cold and sudden changes in temperature. Dress warmly in cold weather and wear a hat. It is better to wear gloves with one separate finger than with five fingers. Use a hand warmer. Apply nifedipine and nitroglycerin ointment [20].

ACE inhibitors, like pentoxifylline, are not particularly helpful in this disease.

If there are ulcers, they must be clean, protected from contamination with antimicrobial dressings, and promptly cleaned of necrotic particles [11].

Conclusion

Raynaud's phenomenon in systemic connective tissue diseases requires an interdisciplinary approach, early diagnosis and long-term follow-up. It is important to raise awareness both among doctors and without help, because timely treatment allows to preserve the quality of life.

References

1. Abdulle, A.E.; Arends, S.; van Goor, H.; Brouwer, E.; van Roon, A.M.; Westra, J.; Herrick, A.L.; de Leeuw, K.; Mulder, D.J. Low body weight and involuntary weight loss are associated with Raynaud's phenomenon in both men and women. *Scand. J. Rheumatol.* 2021, 50, 153–160.
2. Alekperov R. T. Syndrom Reino yak multydytsyplinarna problema. *Almanakh klinichnoi medytsyny.* 2014;35:94–100.
3. Ascherman, D.P.; Zang, Y.; Fernandez, I.; Clark, E.S.; Khan, W.N.; Martinez, L.; Greidinger, E.L. An Autoimmune Basis for Raynaud's Phenomenon: Murine Model and Human Disease. *Arthritis Rheumatol.* 2018, 70, 1489–1499.
4. Devgire, V.; Hughes, M. Raynaud's phenomenon. *Br. J. Hosp. Med.* 2019, 80, 658–664.
5. Haisyn I. R., Bahautdinova Z. R. Suchasni tendentsii u vyznachenni ta likuvanni fenomena Reino. *Likuiuchy likar.* 2019;2:38–43.
6. Herrick A. L. Raynaud's phenomenon. *Ther Adv Musculoskelet Dis.* 2019;11. DOI: 10.1177/1759720X19861751.
7. Hughes M., Herrick A. Raynaud's phenomenon. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2016;30(1):112–132. — DOI: 10.1016/j.berh.2016.04.001.
8. Kahan A., Allanore Y. Primary and secondary Raynaud's phenomenon: A comprehensive update. *J Autoimmun.* 2020;111:102354. DOI: 10.1016/j.jaut.2020.102354.
9. Khouri, C.; Blaise, S.; Carpentier, P.; Villier, C.; Cracowski, J.L.; Roustit, M. Drug-induced Raynaud's phenomenon: Beyond β -adrenoceptor blockers. *Br. J. Clin. Pharmacol.* 2016, 82, 6–16.
10. Kim, H.; Jones, A.J.; Labadzhyan, A.; Placencio-Hickok, V.R.; Wallace, D.J.; Gong, J.; Hendifar, A.E. Raynaud's Phenomenon From PD-1 Immune Checkpoint Inhibition. *JCO Oncol. Pract.* 2020, 16, 701–702.
11. Magdalena Maciejewska, Mariusz Sikora, Cezary Maciejewski, Rosanna Alda-Malicka, Joanna Czuwara and Lidia Rudnicka. Raynaud's Phenomenon with Focus on Systemic Sclerosis. *J. Clin. Med.* 2022, 11(9), 2490; <https://doi.org/10.3390/jcm11092490>
12. Mahoney J. M., Taroni J. N., Martyanov V. et al. Systems level analysis of systemic sclerosis shows a network of immune and profibrotic pathways connected with genetic polymorphisms. *PLoS Comput Biol.* 2015;11(1): e1004005.
13. Matucci-Cerinic M., Kahaleh B., Wigley F. M. Review: Evidence that systemic sclerosis is a vascular disease. *Arthritis Rheum.* 2013;65(8):1953–1962.
14. Matucci-Cerinic, C.; Nagaraja, V.; Prignano, F.; Kahaleh, B.; Bellando-Randone, S. The role of the dermatologist in Raynaud's phenomenon: A clinical challenge. *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol. JEADV* 2018, 32, 1120–1127.
15. Michael Hughes, Yannick Allanore, Lorinda Chung, John D. Pauling, Christopher P. Denton & Marco Matucci-Cerinic. Raynaud phenomenon and digital ulcers in systemic sclerosis. *Nature Reviews Rheumatology.* 2020;16:208–221.
16. Miroshnychenko S. V. Fenomen Reino v praktytsi simeinoho likaria. *Ukrainskyi medychnyi chasopys.* 2021;5(145):22–26.
17. Nawaz I, Nawaz Ya, Nawaz E, Manan M R, Mahmood A. Raynaud's Phenomenon: Reviewing the Pathophysiology and Management Strategies. *Cureus.* 2022 Jan 28;14(1):e21681. doi: 10.7759/cureus.21681
18. Pauling, J.D.; Hughes, M.; Pope, J.E. Raynaud's phenomenon—an update on diagnosis, classification and management. *Clin. Rheumatol.* 2019, 38, 3317–3330.
19. Pauling, J.D.; Saketkoo, L.A.; Matucci-Cerinic, M.; Ingegnoli, F.; Khanna, D. The patient experience of Raynaud's phenomenon in systemic sclerosis. *Rheumatology* 2019, 58, 18–26.
20. Shtefiuk O. V., Hnatyshyn I. Yu., Bilynska A. I. Osoblyvosti perebihu syndromu Reino u khvorykh na

revmatoidnyi artryt. Svit medytsyny ta biolohii. 2020;1(71):83–87.

21. StatPearls Publishing. Raynaud Disease [Електронний ресурс]. StatPearls (NCBI Bookshelf). 2024. Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499833/>

22. Ukrainski klinichni nastanovy z diahnozyky ta likuvannia syndromu Reino. MOZ Ukrainy, 2023. Rezhym dostupu: <https://guidelines.moz.gov.ua/documents/3294>

PEDAGOGY

THE ROLE OF EDUCATION IN DEVELOPING HEALTHY HUMAN BEHAVIOR

Samadova K.

ORCID: 0009-0000-1039-5868

Institute of Molecular Biology and Biotechnology, Baku, Azerbaijan

DOI: [10.5281/zenodo.15654785](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654785)

Abstract

Education plays a fundamental role in shaping human behavior by fostering scientific knowledge, moral and spiritual values, and creative abilities in younger generations. Within the pedagogical process characterized by the continuous and reciprocal interaction between teachers and students education serves not only as a means of knowledge transmission but also as a tool for behavioral development. This article examines the role of education in promoting healthy human behavior across various dimensions. Specifically, it explores how educational practices contribute to healthier lifestyles, enhanced mental and physical well-being, improved social interaction, and greater environmental awareness. The study emphasizes the importance of education in cultivating emotional intelligence, moral reasoning, social responsibility, and health-conscious attitudes. Ultimately, education emerges as a critical mechanism for supporting both individual well-being and societal development.

Keywords: health, education, education system, pedagogical healthy activity, approach method, interpretation, text.

Introduction

Education is one of the most significant factors influencing human existence. It plays a crucial role in shaping moral principles, fostering personal development, and promoting social responsibility. The ability to make informed decisions and adopt a healthy lifestyle is deeply linked to an individual's educational background. Education does not only provide academic knowledge but also enhances an individual's awareness regarding health, well-being, and social responsibility. The aim of this study is to analyze the role of education in promoting healthy human behavior, emphasizing its effects on physical, mental, and emotional well-being.

Material and research methods:

The main and important factor in the development of moral behavior in people is education. In addition to providing information and skills, it also helps to develop the moral principles of individuals, make them feel more social responsibility, and lead a healthier life. The enlightening, educational, and developmental components of education make people more responsible, compassionate, and informed members of society. Therefore, the promotion of healthy habits guarantees the well-being of both the individual and the society as a whole. To achieve this, a person must constantly work and use creative methods in the education system. Health includes not only physical health but also social, emotional, and psychological well-being. Education affects all areas, which increases human health in all aspects. We must provide children and young generations with motivations that will broaden their interests on this topic. Sometimes, when explaining some ideas verbally, it does not give us a heartwarming result. For this, we can incline them to this idea by starting from their interests. By identifying what they are passionate about, we can tailor our approach to resonate more deeply with their values and motivations, ultimately fostering a stronger connection to the concept we wish to promote. In practical terms, we can communicate with a young person in front of us in a way that will

arouse their interest: For example, imagine that someone wants to build a career in a subject for which they have no education. They will probably have difficulty finding the right path because they do not know much about it. However, they will absorb relevant information, solve problems more easily, and have a higher chance of building a solid career when they are educated in that field. Education increases a person's self-confidence in both their personal and professional lives. They acquire the skills necessary to relate to others, understand their emotions, and overcome obstacles in life. Therefore, education not only improves a person's standard of living but also makes them think more successfully and healthily.

The purpose of education in promoting healthy human behavior can be divided into several main elements, and this is an important area of study related to the overall development of the individual. To better understand the function that education plays in this regard, we can consider the following elements:

1. Promoting healthy lifestyle practices:

People learn the information they need to live a healthy life through education. These include healthy eating, consistent exercise, sleep schedules, and personal hygiene. People can prevent health problems by participating in healthy lifestyle classes and activities in schools and other educational institutions.

2. Preventing diseases:

Through education, people can learn ways to prevent both communicable and non-communicable diseases. Vaccinations, personal hygiene, regular medical check-ups, and disease prevention are included in the education system, most often in schools and the health sector. Using this knowledge, people can have enough knowledge to both stay healthy and fight diseases.

3. Improving Mental Well-being:

People can protect their emotional and psychological well-being through education. Education includes sufficient information on combating depression, stress

management, emotional intelligence, and psychological support. This allows people to deal with life in a healthier way.

4. Learning to Use Health Technologies:

For more than a decade, schools have been discussing the positive and negative aspects of technology for human health. These tools not only enhance the accessibility of health information but also empower users in their health management. This integration not only enhances students' understanding of their own health but also prepares them to navigate an increasingly digital world where health information is readily available. As they develop these skills, they become empowered to take charge of their well-being and advocate for healthier practices within their communities. By providing personalized insights and recommendations, they can motivate individuals to make healthier lifestyle choices.

5. Improving social well-being:

Education, first of all, improves the social well-being of the people. Education is socialization that teaches an individual to empathize, cooperate, and have a positive relationship with society.

Building healthy social relationships and managing conflicts gracefully keeps people mentally healthy and improves their quality of life.

Mindset: Adopting healthy habits requires people to be aware of their negative influences. Education makes it easier for people to understand how their health affects their lifespan and quality of life.

Role models and role models: Education includes role models such as parents and teachers. Teachers are positive role models for their students. Important people in society can also influence people's behavior by emphasizing a healthy lifestyle.

Decision-making skills: Education improves a person's decision-making skills. As a result, they become more knowledgeable and thoughtful in making health-related decisions. Topic: Nutrients and calories for dietary decisions, saying "no" to negative behaviors.

Social environment: Social education is very important when it comes to creating social standards for healthy behavior. Healthy behavior standards are planned in public awareness campaigns, schools, and institutions.

The purpose of education is to manage a healthy lifestyle, regulate the physical, mental, and social well-being of people, develop a sound system of ethics and values, and at the same time raise more responsible and healthy people. This goal is important not only for individual well-being but also for overall development and health. Thus, healthy behavior training has a strong impact on a person and his abilities.

Young people benefit from these explanations because they help them see how education affects their lives and how many opportunities it offers. In addition to broadening their interests, this strategy will inspire young people to think about education and learn more.

In addition to acquiring information and skills, one of the most important aspects of human existence is the development of personality, understanding of moral principles, and continuous progress. Good behavior guarantees a person's physical and mental well-being,

as well as correct moral and social choices. Inferring this from research, we can say that three environments play a major role here: school, family, and educational infrastructure.

Education plays a very important and fundamental role in the formation of healthy human behavior. It shapes social networks, human aspirations, and a sense of duty.

The following studies show the role of education in this regard:

1. Formation of values and ethical principles.

Education gives a person knowledge about what is right and forms the principles of moral and ethical behavior. It encourages ethical standards, a human worldview, and social responsibility for the development of healthy thinking and action habits.

2. Raising awareness about healthy living.

People can educate themselves about healthy food, exercise, hygiene, and avoiding bad habits. The school can also provide this opportunity, for example, through healthy lifestyle lessons and educational initiatives.

3. Improving relationships and empathy. The development of relationships is significantly influenced by education. Empathy is developed for individuals. The feelings of others are understood and respected. This contributes to the development of a more peaceful and healthy society.

4. Developing a sense of responsibility. The habit of taking responsibility for the consequences of one's actions is formed during school education. Healthy behavior in social relationships and personal life is based on this.

5. Integrating instructional activities. The educational institution can strengthen the relationship between family and society by promoting healthy programs based on seminars and trainings.

Results

Human actions significantly affect their well-being, self-development, and interaction with society. Healthy behavior protects your body and helps you feel good inside and out, not only physically, but also with your soul and when you communicate with others. It is important in society to help people act in ways that are good for their health. One of the most powerful tools for such a process is education. Education creates the basis for an individual to maintain a healthy and conscious existence by forming their own principles, mental perspectives, and standards of behavior.

Education is a fundamental and important factor in the development of moral behavior in people. In addition to providing information and skills, it also helps individuals develop their moral principles, feel more socially responsible, and lead healthier lives. The enlightening, nurturing, and developmental components of education make people more responsible, compassionate, and informed members of society. Consequently, the promotion of healthy habits guarantees the well-being of both the individual and society as a whole. To achieve this, the education system must constantly work and use creative methods.

In addition, there is great interest in how the education system develops critical thinking and decision-making skills. It is important to acquire the ability to

determine the status of individuals, assess risks, and make appropriate decisions. This strategy begins to have a significant impact on how behavior is formed.

We conclude that education is a multifaceted process and includes not only the management of information to promote good behavior but also the social, emotional, and spiritual development of the individual. The education system, combining theoretical and practical methods, supports people in a healthy lifestyle, ensuring the sustainability of this process to achieve this goal. It not only improves the well-being of people themselves, but also significantly improves society as a whole.

Conclusion

Education plays a vital role in developing and maintaining healthy human behavior. It enhances knowledge, cultivates social and emotional intelligence, and encourages responsible decision-making. By integrating health education into curricula, societies can promote well-being, reduce health risks, and improve overall quality of life. Investing in education is a fundamental step towards fostering healthier individuals and sustainable communities.

References

1. Curriculum magazine. (2008). The concept of general education in the Republic of Azerbaijan (No. 1). Baku.
2. Aghayev, A. (2006). Pedagogy. Baku.
3. Ahmadov, B., & Rzayev, A. (1983). Lecture notes from pedagogy. Baku.
4. Hasanov, A., & Aghayev, A. (2007). Pedagogy. Baku.
4. Hasanov A., Aghayev A. Pedagogy. Baku, 2007.
5. Mehrabov, A. (2007). Modern problems of Azerbaijani education. Baku.
6. Mardanov, M. (2003). Azerbaijani education during the years of independence. Baku.
7. Mustafayeva, R., & Mustafayeva, S. (2002). Pedagogy: Lecture summaries. Baku.
8. Nazarov, A. (2010). Modern problems of education (Program). Baku.
9. Sadigov, F. (2006). Pedagogy. Baku.
10. Ahmadov, H. M. (2001). History of school and pedagogical thought in Azerbaijan. Baku: Education, Science.
10. Ahmadov H.M. History of school and pedagogical thought in Azerbaijan. Baku, Education, Science, 2001.
11. Shikhaliyeva, K. (2014). The role of physical education in the general development of preschool children. Scientific Works, (1), 38–41.
12. Pashayev, T. (2014). Work with parents of children with disabilities. Scientific Works, (1), 134–136.
13. Nazarov, A. (2012). Modern teaching technologies. Baku.
14. Glanz, K., Rimer, B. K., & Viswanath, K. (1990). Health behavior and health education: Theory, research, and practice.
15. McQueen, D. V. (2020). Lifelong learning and health promotion.

PHILOLOGY

LITERARY ASSOCIATIONS OF THE UZBEKS IN KAZAKHSTAN

Mashakova A.

*PhD Philology, Leading researcher,
M.O. Auezov Institute of Literature and Art,
Almaty, Republic of Kazakhstan
DOI: [10.5281/zenodo.15654789](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654789)*

Abstract

The article presents the diversity of literary process in Kazakhstan, which is a multinational country. More than 130 nations and ethnic groups live in peace and harmony on Kazakh soil. Uzbek writers, who live compactly in the South Kazakhstan region and create their works in the Uzbek language, bring their own unique flavor. A distinctive feature of the literary process in Kazakhstan is the existence of Uzbek literary associations in Kazakhstan: "Chashma", "Chimkent", "Sairam", "Isfijob", "Shuhla", "Kudrat Hikmat", "Kukkiyo ilhomlari", "Kamolot", "Karvon", "Atoyi", "Shamchirok". Each of them has its own history of formation and development, but they are united by common goals - promotion of peace, friendship, tolerance and mutual understanding of the nations and ethnic groups living in the Republic of Kazakhstan.

Keywords: Kazakhstan, literary associations, the Uzbeks, writers, poets.

The modern literary process in Kazakhstan has its own characteristic features, due to the diverse national composition of Kazakhstani writers and poets. The Uzbek writers also make a significant contribution to the development of Kazakhstani literature.

In our country, the Uzbeks live mainly in the southern region. According to the latest census, the number of ethnic Uzbeks in the Republic of Kazakhstan is up to 460 thousand people. There are the Uzbek theatre, television and radio broadcasting in the Uzbek language [1]. More than ten newspapers in the Uzbek language and three magazines are published in the South Kazakhstan region [2].

There are Uzbek national cultural centers in Kazakhstan, in particular in Shymkent, Kyzylorda, Almaty, Taldykorgan, Astana, Karaganda [3]. A distinctive feature is the existence of a number of Uzbek literary associations in Kazakhstan: "Chashma", "Sairam", "Isfijob", "Shuhla", "Kudrat Khikmat", "Kukkiyo Ilkhomlari" etc. Each of them has its own history of formation and development, but they are all united by common goals - promotion of peace, friendship, tolerance and mutual understanding of the nations and ethnic groups living in the Republic of Kazakhstan through their literary creativity. Uzbek-speaking writers and poets strive to raise worthy youth, to educate them in a patriotic spirit.

In 1987, literary association was created in the Sairam district of the South Kazakhstan region on the initiative of the creative intelligentsia. It was called "Chashma" ("The Spring") as a symbol of purity and a source of creativity and inspiration. "Chashma" was supported by the district newspaper "Mehnat Bairogi" and its editor Yusufzhon Saidaliyev. At that time, the works of the members of the literary association were published in this newspaper for the first time. Now this newspaper has been renamed "Sairam Sadosi", and it continues to publish the works of the writers of "Chashma".

The first leader of "Chashma" was the poet Irisali Zhumanov. He successfully led this literary association until 1992 and was able to gather around himself many

young representatives of creative youth. As I. Zhumanov began working in the editorial office of the regional newspaper "Dustlik Bayrogi" (now "Zhanubiy Kozogiston"), the activities of "Chashma" continued without the leader. Members of "Chashma" discussed their works at the meetings and published them in the local newspapers and magazines. In 1998, the poet Abdurakhim Pratov became the Chairman of the literary association "Chashma". The activities of the literary association intensified, many fans of creativity joined its ranks. In 2003, the district literary association "Chashma" received regional status. Members of the South Kazakhstan branch of the Writers' Union of Kazakhstan: Doctor of Philology Kerimbek Syzdykov, writers Marhabat Baygut, Abilda Aimak, Yersin Kuibagarov and Khanbibi Yesenkarayeva after meeting with the staff of the literary association and familiarization, discussion of their works, they unanimously decided to assign "Chashma" the status of a regional literary association. Currently, the organization has about 40 members of the literary association.

At the folk art festivals "Sairam Talantlari" held in 2001, 2002 and 2003, members of "Chashma" Soatoy Kamolova, Umriy Karimova, Tilobat Pirnazarova, Guliosiy Khasanova, Shoakhmad Shopulatov and Bakhodir Otash took first place. At the same time, "Chashma" members actively took and take part in creative competitions "Nazm yulduzlari" ("Poetry Stars"), "Ofarin!" ("Bravo!"), receive various diplomas, certificates of appreciation and valuable gifts. The artworks of "Chashma" members are published in such Uzbek and Kazakh periodicals as the magazines "Mushtum" (Tashkent), "Alem Adebieti" (Astana), "Dala" (Almaty), "Gulistan" (Almaty), newspapers "Kishlok Hayoti" (Tashkent), "Ishonch" (Tashkent), "Ontustik" Kazakhstan" (Shymkent), "Zhanubiy Kozogiston" (Shymkent) and in a number of publications of the Sairam region of the South Kazakhstan region: the magazine "Boychechak", the newspapers "Zhanub Zharchilari", "Martube", "Sairam Sadosi", "Zhamiyat va Marifat", "Sairam Sabosi", "Bolajon", "Isfijob", "Adabiyot va Sanjat".

In 2001-2012, the poetic and prose creative writings of this literary association were published in joint collections "Kanot Kokdi", "Tuyona", "Turon Chechaklari", "Chashma Guldasi", "Chashma Mavzhari", "Yoshlar Ovozi". At the same time, the most active members of "Chashma" - Sunnatulla Akramov, Irisali Zhumanov, Soatoy Kamolova, Umriy Karimova, Guli Osiyo, Bakhodir Otash, Abdurakhim Pratov, Oituti Rezhametova, Shoakhmad Shopulatov and Dilnoza Rustambekova published their own collections of works. At present, the writers of "Chashma" have published about twenty books, which are warmly received by the readers.

The members of the literary association have translated the works of a number of Kazakh writers and poets into Uzbek and published them in local newspapers and magazines. Literary evenings and meetings of the readers with the well-known writers of Kazakhstan and Uzbekistan are held. The literary association "Chashma" and its members actively cooperate with teams of other creative associations of Southern Kazakhstan. They constantly share experiences, hold joint literary events, poetry competitions. During nine years the "Argumok" Literary Prize ("Race Horse"), established by them, has been awarded to the best writers.

Members of "Chashma" are actively involved in public activities in the regional Uzbek ethno-cultural center. Writers and poets Sunnatulla Akramov, Soatoy Kamolova, Umriy Karimova, Abdurakhim Pratov and Tilobat Pimazarova were awarded "Zhmoat fakhriysi", "Zhmoat fidoyisi" medals of the "Dustlik" Association of the Uzbeks of the Republic of Kazakhstan.

In 2012, the literary association "Chashma" celebrated its 25th anniversary. Officials, the Kazakh writers and guests from the neighboring Republic of Uzbekistan attended the ceremonial meeting dedicated to this significant event at the regional Uzbek drama theater. Israil Saparbayev from the Union of Writers of the Republic of Kazakhstan from Almaty, Abilda Aimak and Yersin Kuybagarov from the branch of the South Kazakhstan region have attended the event. The creative delegation of Uzbekistan was headed by the prominent writer Nosir Fozilov, twice laureate of the State Prize of the Republic of Uzbekistan, laureate of the Peace and Spiritual Accord Prize of the President of the Republic of Kazakhstan. In his opinion, "the literary and creative association "Chashma" had a very positive impact on the development and creative growth of Uzbek literature in the Republic of Kazakhstan. The writers of "Chashma" made a great contribution to strengthening the friendship of the fraternal Uzbek and Kazakh peoples and development of relations between Uzbek and Kazakh literatures".

Currently the literary association "Chashma" is a kind of school of literary excellence and a platform for sharing creative experience for its members and other people who are interested in creativity.

The literary association "Sairam" was created in 1979 in the Sairam district of the South Kazakhstan region. The poet Orifkhon Saidikramov was elected as Chairman, and Khavazmat Kuchkorov was elected as Secretary. Mirakhmad Butabekov and Anvar

Pardabekov headed the journalistic and poetry departments. A year later, this group was named as Yusuf Saremiy "Sairam" creative association, and later the poet Anvar Pardabekov started his activities as the head of "Sairam". The active members of "Sairam" were the writers Kholbuvi Tillakhuzhayeva, Mukhiddin Kodirov, Khotam Yuldosh, Erkinoy Sultonova, Ikhtiyor Mamadaminov, Abdurakhim Pratov and Sayyora Ziyobekova. In the early 1990s, "Sairam" suspended its activities for various reasons, and resumed its work in the early 2000s. In 2010, Sulton Yuldosh headed the literary association "Sairam", and currently it is headed by Gayrat Rakhmetov.

In 2002 the literary association "Isfijob" was organized in the Sairam district of the South Kazakhstan region on the initiative of the poet Urmon Sobir, who still leads this group. The literary association is named after the poet Odilkhon Tillakhuzhaev. The leading member of this group is a member of the Union of Writers and the Union of Journalists of the Republic of Kazakhstan Havazmat Kuchkorov - the author of the books "Kosagulning hotini", "Ortda kolgan kunlar" and "Zhavokhira tatigulik umr". The books of Sobirjon Shomurodov "Umr utmokda", "Sirli olam", Khurbuvi Odilova "Uylarim", Odilkhon Tillakhuzhaev "Armon kushi", Khurshid Kuchkorov "Mukhabbatni izlab" were also published. In 2013, joint collection of members of the literary association "Isfijob" was published in Almaty.

The literary associations "Kudrat Hikmat" and "Kukkiyo Ilhomlari" have been operating in the city of Turkestan for many years. "Kudrat Hikmat" is headed by the poet, member of the Union of Writers of the Republic of Kazakhstan Ernazar Ruzimetov. The organizer and head of "Kukkiyo Ilhomlari" is the employee of the newspaper "Turkiston" Akajon Izzatullaev. Members of the literary associations - Ernazar Ruzimetov, Olimjon Durjonboev, Ibokhim Pulat, Hamza Mirkhaydar, Dolimjon Saifullaev, Khusan Ubaidullaev, Akajon Izzatullaev, Sanzhar Gulomov are famous people of Turkestan city. Ernazar Ruzimetov became prominent during the Soviet period, and in 1974, he was accepted to the Union of Writers of the USSR, he published about twenty books for children and adults.

In 2012, the creative association "Shuhla" was created in the village of Korabulok in the Sairam district. Its organizers were local writers. "Shuhla" is headed by the poetess Gulnora Begaliyeva, and the literary scholar Rakhimtoy Begaliyev is the scientific adviser of this creative group. There are about twenty members in the "Shuhla". There are also creative associations "Kamolot" (headed by Mavluda Makhamedova) in the village of Kulkent in the Sairam district, "Karvon" (headed by Mirsobir Mirazizov) in the village of Ozodlik in the Tyulkubas district, "Atoi" (headed by Bakhodir Sobitov) in the village of Turbat in the Kazigurt district, "Shamchirok" (headed by Alisher Usmonov) in the Tulebi district.

Thus, among the Uzbek creative teams of Kazakhstan, the literary associations "Chashma", "Isfijob", "Sairam", "Kudrat Hikmat" and "Kukkiyo Ilhomlari"

are distinguished for their active work. Members of literary associations, being the authors of the works which are recognized by the readers, made a significant contribution to the development of Uzbek literature in the Republic of Kazakhstan.

It should be noted that the rise of the Uzbek literary associations falls on the period of independence of our country. During these years, the most active and talented Uzbek writers and poets Irisali Zhumanov, Khavazmat Kuchkorov, Bakhodir Sobitov, Abdurakhim Pratov and Zokirjon Muminjonov were accepted to the Union of Writers of the Republic of Kazakhstan. The books by Uzbek literary masters are published in printing and publishing houses of Almaty, Tashkent, Shymkent and the Sairam region, some of them have been translated into the Kazakh language. Thus, in 2009, a poetry collection by Abdurakhim Pratov, "Birtal gul" ("Bouquet of flowers"), was published in Almaty, which included selected poems of the poet which are translated into the state language by Israil Saparbayev. Such direction of creative activity as artistic translation is actively developing in the Uzbek literary environment of Kazakhstan. Abdurakhim Pratov, Zokirzhon Muminzhonov, Dolimzhon Saifullaev, Bakhodir Otash and Urmon Sobir successfully translated into Uzbek the works of Kazakh poets and prose writers Marhabat Baygut, Yersin Kuybagarov, Tynymbay Karin, Zhalel Kattabek and Kulbek Ergobek.

The Forum of Uzbek writers of Kazakhstan "Nazm yulduzlari" ("Poetry Stars"), which is established by the "Dustlik" Association of the Uzbeks of the

RK is annually held with the aim to provide spiritual encouragement and material support to Uzbek poets and writers. According to the Chairman of the Association, Ruzakul Kholmurodov, one of the main goals of this competition is to popularize the creativity of Uzbek writers: "We intend to publish a collection of poems by current Forum participants and distribute them among schools for use as a training manual" [4]. In 2003, the ceremony of opening of the Uzbek Regional Drama Theatre took place. The activities of this art center accompany the development of Uzbek literature in our country, since many dramatic works of Uzbek authors of Kazakhstan have been staged in this theatre and this tradition continues.

Uzbek literary associations hold various events aimed at sharing experience, professional training, and developing ties with colleagues from the Republic of Uzbekistan. The Uzbek poets and writers are doing their best to meet the demands of the current period in the field of literature.

References

1. The Uzbeks in Kazakhstan // <http://ru.wikipedia.org/wiki>
2. "Robita" – connecting thread of generations // <http://robita.ucoz.org/news/2011-11-01>
3. http://www.assembly.kz/userfiles/baza_dannyh_eko.pdf
4. "Poetry Stars" Forum was held in South Kazakhstan // <http://www.fergananews.com/news.php?id=4245>

STATE AND LAW

IMPLEMENTATION OF CONSTITUTIONAL DUTIES IN NATIONAL AND INTERNATIONAL PRACTICE

Behbudov Q.,

*PhD in Law, Associate Professor,
<https://orcid.org/0009-0008-9934-9435>
Nakhchivan State University*

Bayramova V.,

*Lecturer at the Department of General Law,
<https://orcid.org/0009-0000-2457-7208>
Nakhchivan State University*

Gharibov P.

*Nakhchivan State University
DOI: [10.5281/zenodo.15654799](https://doi.org/10.5281/zenodo.15654799)*

Abstract

The topic also carries great relevance from the perspective of ensuring constitutional rights and duties. Constitutional rights and duties form the foundation of every legal system. However, the analysis and improvement of the mechanisms for implementing these rights and duties are of critical importance for maintaining the balance between the state and society.

The coordinated operation of state structures—courts, law enforcement agencies, executive authorities, and local self-governing bodies—is of key importance in the enforcement of constitutional duties. These structures provide the legal framework for the execution of duties, fulfill supervisory functions, and apply accountability measures in cases of violations. At the same time, the Constitutional Court acts as the guardian of legal stability in this process, resolving legal conflicts and ensuring conformity with constitutional norms.

This study examines the mechanisms for ensuring constitutional rights and duties and evaluates their implementation methods within the context of both national and international experiences.

Keywords: responsibility, legal framework, Constitution, duty, elections, legal education, law, legal awareness, mechanism, public consciousness, citizen.

Introduction

The failure to fulfill constitutional duties does not merely lead to individual accountability; it also results in the disruption of public order, the weakening of the state's financial and defense capabilities, and the erosion of legal consciousness. Therefore, legal mechanisms have been established within the legislative system to oversee the implementation of these duties and to enforce various forms of responsibility in cases of violation. Legal responsibilities applied in cases of violations of constitutional duties – including constitutional, administrative, civil, and criminal liabilities – not only enhance the legal force of these duties but also incentivize their practical implementation.

Mechanisms for enforcing responsibility should not be limited to legal sanctions alone, but must also be accompanied by legal enlightenment and the cultivation of legal culture. The legal thinking of society, citizens' understanding of the balance between rights and duties, and the formation of legal attitudes on ethical and moral foundations directly influence the process of fulfilling these duties. The formation of legal culture relies significantly on legal education in schools and universities, legal awareness through media, and public advocacy efforts. Mammadov, S., & Behbudov, K. (2024).

In this context, a robust legal framework and sanctions are not sufficient on their own – it is essential to reinforce the notion of responsibility in individuals' legal consciousness and to perceive constitutional duties not only as state obligations but also as responsibilities

toward society and moral values. The effective implementation of certain constitutional duties – such as participation in elections, protection of the environment, and preservation of cultural heritage – depends not only on legal enforcement but also on public consciousness and individual initiative.

In the Republic of Azerbaijan, a comprehensive and continuously evolving legislative framework and administrative control structures exist for the implementation of constitutional duties. These mechanisms operate in close coordination, serving the real execution of duties in terms of both legal assurance and practical enforcement. It is important to first note that the Constitution of the Republic of Azerbaijan is the primary legal source of these duties. Chapter IV of the Constitution explicitly and normatively outlines the main duties of citizens. These include loyalty to the state, compliance with the law, payment of taxes, defense of the homeland, protection of the environment and cultural-historical monuments, and respect for state symbols. A broad legal framework based on constitutional provisions has been established to implement these duties. For instance, the Law "On Military Duty and Military Service," the "Tax Code," the Law "On Environmental Protection," the relevant act "On State Symbols," and other normative documents provide the legal grounds for the realization of these constitutional obligations. Mammadov, S., & Behbudov, K. (2024).

The main institutional structures responsible for the enforcement and implementation of the aforemen-

tioned legal framework include the executive authorities, law enforcement agencies, judiciary, and local self-governing bodies. The executive branch – including the Presidential Administration, the Cabinet of Ministers, and relevant ministries – executes regulatory, oversight, and implementation mechanisms. These bodies adopt individual and general legal acts to ensure the fulfillment of duties in accordance with normative legal acts and supervise their enforcement through administrative measures.

One of the key legal mechanisms is the adoption and implementation of normative legal acts. In the Republic of Azerbaijan, laws and other normative acts are adopted in accordance with the Constitution, and their legal force is regulated by a hierarchy defined by the Law “On Normative Legal Acts.” Following the Constitution, laws are followed in hierarchical order by presidential decrees and orders, cabinet resolutions, and normative acts of ministries and other executive bodies. These acts define the legal grounds and execution procedures for specific duties. For example, the Tax Code outlines detailed procedural rules for the fulfillment of tax obligations, while the execution of military service duties is regulated through specific age limits, service types, and options for alternative service. Garibli, I. (2025).

Another crucial mechanism is the application of legal liability in cases where duties are not fulfilled. In instances of legal violations, administrative, civil, or criminal responsibility may be imposed. Law enforcement agencies – such as the police, prosecutor’s office, and security services – investigate breaches of duty, collect evidence, and refer cases to the courts for legal evaluation. Meanwhile, the judiciary has the authority to render decisions on the application of legal responsibility, and such decisions are legally binding. Alongside these mechanisms, public education and awareness also play a pivotal role in the execution of duties. Through legal enlightenment, citizens understand their rights and duties, recognize their importance, and adopt legally appropriate behavior. The state pursues educational initiatives through strategic documents such as the “State Program on Legal Enlightenment,” the “National Action Plan on Human Rights,” and others.

Thus, the legal and institutional mechanisms established for the implementation of constitutional duties in the Republic of Azerbaijan are constructed in a comprehensive and functional manner. The legal framework – the Constitution and the legislative acts adopted on its basis – forms the legal foundation of these duties. Executive authorities, courts, and law enforcement bodies serve to realize this legal basis, ensure the execution of duties, and prevent violations. The effectiveness of this system contributes to the reinforcement of the rule of law and the development of a legal culture based on the balance between rights and responsibilities of citizens.

The Role of Legal Awareness and Education in the Effective Implementation of Constitutional Duties The mere existence of legal mechanisms and administrative structures is not sufficient for the effective implementation of constitutional duties. The practical application of legal norms, citizens' behavior before the

law, and their attitude toward the state largely depend on their level of legal consciousness and legal culture. Therefore, education and legal enlightenment serve as important tools in stimulating the fulfillment of constitutional duties. Legal awareness not only informs individuals of their rights but also explains the obligations necessary for the realization of those rights, thereby supporting the balance between rights and duties.

In the Republic of Azerbaijan, several purposeful steps have been taken in this direction in recent years. Awareness-raising efforts to enhance legal consciousness are carried out through both the education system and other public information channels such as the media, social networks, legal aid centers, and NGOs. General education institutions introduce high school students to constitutional concepts and teach them about state symbols and civic responsibilities. At the university level, law faculties place emphasis not only on legal knowledge but also on legal ethics and civic responsibility. Students are introduced to concepts such as human rights, constitutional order, and the unity of rights and responsibilities, thus expanding both their theoretical and practical understanding (1).

The role of mass media in this process is also invaluable. Legal professionals participate in television programs to explain citizens’ rights and duties, while public service announcements foster a sense of civic responsibility. On social media platforms, legal awareness pages, livestreams, and expert interviews reach a wide audience. Legal aid centers and law clinics contribute to improving legal literacy and enhancing public understanding of the balance between rights and responsibilities. On a state level, institutional frameworks are provided through documents such as the “National Action Plan on Human Rights” and the “State Program on Legal Enlightenment.” Garibli, I. (2025).

International experience also shows that many countries attach special importance to legal education and awareness in ensuring the fulfillment of constitutional obligations. For example, in Germany, the subject “Politics and Law” introduces school students to constitutional principles, civic responsibilities, and legal behavior from an early age. These classes teach not only legal concepts but also the core values of a democratic society. In the United States, “Civics” education systematically covers the Constitution, government structures, duties, and rights. These courses are integral to the school curriculum, ensuring that every graduate understands their responsibilities to the state and the principle of equality before the law. In France, the inclusion of citizenship and secularism in school programs supports the development of legal and ethical responsibility. Through the course “Éducation civique,” students learn about republican values, the rule of law, and the significance of civic duties (4, p.256).

These experiences demonstrate that strengthening legal awareness and education leads to the voluntary and responsible execution of duties. Legal enlightenment encourages citizens not merely to act out of fear of punishment, but to develop an intrinsic respect for the law. Understanding that law entails not only the protection of rights but also the fulfillment of obliga-

tions is central to the essence of a legal state. For Azerbaijan, studying international experience and integrating suitable elements into the national education and enlightenment system could contribute to enhancing legal culture and improving the fulfillment of constitutional duties. Particular attention should be paid to the systematic and practical formation of legal knowledge starting from school age, incorporating legal and constitutional values into teacher training, strengthening legal awareness on social platforms, and encouraging professional involvement from the legal community. This approach can transform the relationship between citizens and the state into a socially significant process that promotes not only the exercise of rights but also the responsible performance of civic duties. Yunis, K. (2024).

The realization of constitutional duties and their application in the legal life of society depend not merely on the existence of legal norms but on how these norms are received, implemented, and internalized by society. The experiences of various countries demonstrate diverse approaches and methods in this area. Particularly, countries with notable achievements in building democratic and legal states—such as Turkey, Germany, France, and the United States—offer valuable insights into how constitutional duties are realized within legal, moral, and social responsibility frameworks. In these countries, the mechanisms supporting this realization—legal education, civic responsibility, administrative oversight, judicial protection, and the cultivation of public consciousness—have developed to a high level (2).

In the Republic of Turkey, the implementation of constitutional duties is closely linked to legal education and state policies on legal awareness. According to Article 73 of the Turkish Constitution, every citizen is obligated to pay taxes, and under Article 72, to defend the homeland. These duties are clearly defined by law, and their enforcement is ensured through law enforcement and administrative bodies. In addition, law-related subjects are widely taught at both school and university levels, where students are introduced to constitutional principles from an early age. The development of legal education and legal culture is considered a priority of state policy. Furthermore, extensive legal awareness campaigns conducted through the media also play a role in increasing citizens' understanding of constitutional duties (7, p.235).

Implementation of Constitutional Duties in the Federal Republic of Germany, France, and the United States The implementation of constitutional duties in the Federal Republic of Germany is carried out within a complex legal system based on the principles of a legal state and accompanied by a high level of legal culture. The German Basic Law (Grundgesetz) includes not only the fundamental rights of citizens but also the duties they bear towards the state and society. Although these duties are defined within formal legal frameworks, their implementation is often closely linked to the legal awareness, social responsibility, and ethical values of citizens. Principles such as environmental protection, commitment to the democratic system, support for legal stability, and the maintenance of

a balance between freedom and responsibility are not merely legal obligations in the German legal system but are also seen as elements of the society's legal culture. For instance, citizens' participation in public debates, their respect for legal institutions, and voluntary compliance with laws are considered results of social responsibility and legal education. Garibli, I. (2025).

Legal responsibility in Germany is structured as a multi-level system, manifesting in administrative, civil, and criminal liabilities. Administrative responsibility primarily regulates relations between the state and citizens, civil liability applies in cases of violation of individual rights, and criminal liability is enforced for offenses against public order and societal safety. All these types of responsibility are grounded in the rule of law and serve the establishment of legal justice. The structure and quality of legal education in Germany play a significant role in the effectiveness of its legal system. Legal training is a long-term, multi-phase process. Graduates of law faculties must pass two stages of state exams, participate in professional development and internship programs, and only then can they begin independent legal practice. This approach ensures that legal professionals possess high ethical and knowledge standards and strengthens the environment of legal security. Mammadov, S., & Behbudov, K. (2024).

In the French Republic, the execution of constitutional duties is carried out through the synthesis of legal, civic, and ethical components. The French legal system emphasizes not only citizens' rights but also their duties toward the state and society. The French Constitution defines several fundamental obligations for citizens—such as defending the homeland, complying with laws, ensuring the security of the state and society, and respecting the rights and freedoms of others. These principles are closely tied to the core ideological pillars of the French Republic: liberty, equality, and fraternity (5, p.457).

The education system plays a key role in the realization of constitutional duties in France. The subject of "civic education" is compulsory in all schools, and through it, students are taught about the French Constitution, civic rights and duties, principles of democratic governance, and social responsibility. These lessons aim to instill legal consciousness, adherence to ethical values, and a sense of responsibility to society from an early age. They also promote the development of discussion and dialogue culture, tolerance toward differing views, and active participation in democratic decision-making.

The implementation of constitutional duties in France is also strictly regulated legally. When citizens violate their obligations toward the state and society, the relevant legal responsibility mechanisms come into play. These may take civil, administrative, or criminal forms. For example, citizens can be held administratively or criminally liable for disturbing public order, evading tax duties, or avoiding military or civil service. Such matters are resolved either administratively by prefectures and municipalities or legally through the appropriate judicial authorities. Yunis, K. (2024).

In the United States, the realization of constitutional duties is characterized by a complex process

shaped by legal pluralism and the development of democratic legal consciousness. The U.S. Constitution primarily serves as the foundational document ensuring individual rights and freedoms. Although it grants extensive attention to citizens' rights, their duties are mostly defined through federal laws, state legislation, and various legal precedents. This structure reflects the influence of federalism on the legal system, as both the central government and individual states possess legislative and regulatory authority within their jurisdictions.

From a legal perspective, one of the most essential and universal obligations in the United States is the duty to pay taxes. This obligation is strictly monitored at both federal and state levels, and tax evasion can lead to criminal liability. Another major duty is the obligation to obey the law. Given that the U.S. legal system is grounded in the principle of the rule of law, all citizens must comply with both federal and state laws. This principle forms one of the key pillars of legal order and societal safety. Being summoned to testify in court and serving on a jury are also critical elements of civic participation in the U.S. legal system. The jury system, in particular, is regarded as one of the main elements of democratic governance and provides a means for direct citizen involvement in the administration of justice. This service is not voluntary but is legally mandated, and failure to participate may result in legal consequences. Thus, legal obligations are not limited to individual compliance with regulations but also involve being an active part of the public justice system. oglu Ismayilkhanli, R. A. (2025).

The areas of legal responsibility in the United States are broad: civil liability applies in cases of contractual breaches, torts, and other legal disputes; criminal liability is provided for both felonies and misdemeanors in federal and state legislation; and administrative responsibility is mainly applied in areas such as taxation, customs, environmental protection, and regulatory compliance. The effectiveness of this system is also supported by the strong institutional capacity of U.S. courts and law enforcement agencies (5, p.467).

In the United States, the high level of legal awareness plays a key role in citizens' understanding of their rights and responsibilities and in their effective use of the legal system. Legal education occupies an important place in school and university curricula, as well as in awareness campaigns conducted by governmental and non-governmental organizations, and legal aid initiatives directed at the general public. The dissemination of legal knowledge through television, the internet, and other mass media platforms, along with the transparent presentation of how the legal system operates, increases citizens' legal literacy and strengthens public trust in legal institutions (5, p. 543).

The experience of these countries shows that the effectiveness of implementing constitutional duties is not only determined by the strength of legal mechanisms, but also closely tied to the society's legal culture, the state's legal education policies, and citizens' sense of responsibility before the law. These examples offer several useful lessons for Azerbaijan. For instance, organizing legal education systematically at school and university levels, providing simplified explanations of the Constitution for the average citizen, increasing

transparency in the application of legal responsibility, and emphasizing the public significance of duties can contribute to enhancing the efficiency of this field. At the same time, presenting the Constitution—which forms the foundation of the legal state—not just as a normative document but also as a model of national values and public responsibility, will play an important role in shaping legal consciousness. In this context, studying international experience and integrating it into the national legal system holds great significance for the development of Azerbaijan's legal field and for the more effective execution of constitutional duties. oglu Ismayilkhanli, R. A. (2025).

The legal character of constitutional duties, their mechanisms of enforcement and accountability, are among the key factors ensuring the effectiveness of the legal state, the functionality of the legal system, and the establishment of trust-based citizen–state relations. The internalization of these duties by society, their implementation through legal awareness, and the responsible approach of state institutions are fundamental mechanisms that complement the legal status of the individual. The realization of constitutional duties not only guarantees the supremacy of law, but also serves as a vital foundation for the formation of civil society, the sustainability of the state, and the establishment of social justice.

The implementation of constitutional duties is one of the core principles in the realization of the legal state concept. It is not sufficient for these duties to be merely defined in normative terms—purposeful legal and institutional mechanisms must be developed for their real-life implementation.

References

1. Constitution of the Republic of Azerbaijan. (1995).
2. Aliyev, A. Human Rights, Textbook. Baku, "Nurlar" Publishing House, 2019, 352 p.
3. Asgarov, Z.A. (2011). Constitutional Law, Textbook. Baku: Baku University Publishing House. 756 p.
4. Huseynov, R. Legal State and Civil Society, Baku: "Science and Education", 2017. 71 p.
5. V.Y. Chirkın. Constitutional Law of Foreign Countries, Digesta. Baku, 2000. 723 p.
6. Turkish Constitution. 1982.
7. Deryabina, T.P., Popov, N.V. Man and Law: Legal Status of the Citizen, 1989.
8. Yunis, K. (2024). CONCEPTS ABOUT THE SOURCE OF THE WORD "CONSTITUTION" AND ITS MODERN MEANING. Scientific Research and Experimental Development, (6).
9. oglu Ismayilkhanli, R. A. (2025). The Formation of Legal Thought and Governance Issues in the Medieval Islamic World. Porta Universorum, 1(2), 56-64.
10. Garibli, I. (2025). Claims in Civil Cases Considered by the Courts. Global Spectrum of Research and Humanities, 2(2), 113-122.
11. Mammadov, S., & Behbudov, K. (2024). CLASSIFICATION OF LEGAL SOURCES IN THE ISLAMIC EAST DURING THE MIDDLE AGES. BBC, 23.

№96, 2025
Slovak international scientific journal

The journal has a certificate of registration at the International Centre in Paris – ISSN 5782-5319.

The frequency of publication – 12 times per year.

Reception of articles in the journal – on the daily basis.

The output of journal is monthly scheduled.

Languages: all articles are published in the language of writing by the author.

The format of the journal is A4, coated paper, matte laminated cover.

Articles published in the journal have the status of international publication.

The Editorial Board of the journal:

Editor in chief – Boleslav Motko (Bratislava) Slovakia

The secretary of the journal – Milica Kovacova (Bratislava) Slovakia

- Lucia Janicka – (Bratislava) Slovakia
- Stanislav Čerňák – (Bratislava) Slovakia
- Miroslav Výtisk – (Nitra) Slovakia
- Dušan Igaz – (Nitra) Slovakia
- Terézia Mészárossová – (Banská Bystrica) Slovakia
- Peter Masaryk – (Rzeszów) Poland
- Filip Kocisov – (Wrocław) Poland
- Andrej Bujalski – (Košice) Slovakia
- Jaroslav Kovac – (Trnava) Slovakia
- Paweł Miklo – (Bratislava) Slovakia
- Jozef Molnár – (Bratislava) Slovakia
- Tomajko Milaslavski – (Nitra) Slovakia
- Natália Jurková – (Bratislava) Slovakia
- Jan Adamczyk – (Prague) Czech Republic
- Boris Belier – (Bratislava) Slovakia
- Stefan Fišan – (Bratislava) Slovakia
- Terézia Majercakova – (Wien) Austria
- Ekaterina Semko (Kyiv) Ukraine

1000 copies

Slovak international scientific journal

Partizanska, 1248/2

Bratislava, Slovakia 811 03

email: info@sis-journal.com

site: <http://sis-journal.com>