



Sciences of Europe

No 173 (2025)

Sciences of Europe
(Praha, Czech Republic)

ISSN 3162-2364

The journal is registered and published in Czech Republic.
Articles in all spheres of sciences are published in the journal.

Journal is published in Czech, English, Polish, Russian, Chinese, German and French, Ukrainian.

Articles are accepted each month.

Frequency: 24 issues per year.

Format - A4

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.
Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws.

Chief editor: Petr Bohacek

Managing editor: Michal Hudecek

- Jiří Pospíšil (Organic and Medicinal Chemistry) Zentiva
- Jaroslav Fährnich (Organic Chemistry) Institute of Organic Chemistry and Biochemistry Academy of Sciences of the Czech Republic
- Rasa Boháček – Ph.D. člen Česká zemědělská univerzita v Praze
- Naumov Jaroslav S., MD, Ph.D., assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities. (Kiev, Ukraine)
- Viktor Pour – Ph.D. člen Univerzita Pardubice
- Petrenko Svyatoslav, PhD in geography, lecturer in social and economic geography. (Kharkov, Ukraine)
- Karel Schwaninger – Ph.D. člen Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- Václav Pittner -Ph.D. člen Technická univerzita v Liberci
- Dudnik Oleg Arturovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods. (Chernivtsi, Ukraine)
- Konovalov Artem Nikolaevich, Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy. (Minsk, Belarus)

«Sciences of Europe» -

Editorial office: Křižíkova 384/101 Karlín, 186 00 Praha

E-mail: info@european-science.org

Web: www.european-science.org

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

Tashkuziev M., Mustafayeva S., Berdiev T.

CHANGING THE CONTENT OF HUMUS AND NUTRIENTS
AVAILABLE TO PLANT SOILS DURING TWO-YEAR
CULTIVATION OF COTTON BY APPLYING NEW FORMS OF
ORGANIC AND ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON
IRRIGATED TYPICAL SERIOZEME..... 4

CULTUROLOGY

Tolibjonova L.

AUDIO BRANDING OF HISTORICAL CITIES AS A NEW
APPROACH TO THE PRESERVATION OF CULTURAL HERITAGE
(ON THE EXAMPLE OF UZBEKISTAN) 13

EARTH SCIENCES

Hyunjae K., Mahnoor W.

MICROPLASTIC POLLUTION: SOURCES, TOXICOLOGICAL
IMPACTS, AND EMERGING MITIGATION STRATEGIES..... 16

ECONOMIC SCIENCES

Assylbekova B.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE
DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL CAPITAL 26

Tavdishvili T., Akhalaia K.

GENDER-BASED INEQUALITY IN THE PRIVATE SECTOR IN
GEORGIA29

HISTORICAL SCIENCES

Mehdiyeva A.

THE PROMINENT SCIENTIST WHO PLAYED THE INVALUABLE
ROLE IN THE DEVELOPMENT OF HISTORICAL SCIENCE IN
AZERBAIJAN..... 36

MEDICAL SCIENCES

Andreev P., Skvortsov A., Khabibyanov R.

SURGICAL TREATMENT OF DYSTROPHIC CYSTS OF THE
PROXIMAL FEMUR.....42

Skvortsov A., Andreev P., Khabibyanov R.

APPARATUS FOR CORRECTION OF PERIARTICULAR
DEFORMITIES OF LIMB BONES 51

Skvortsov A., Andreev P.,

Khabibyanov R., Maleev M.

A TOOL FOR DISSECTING TENDONS.....55

Skvortsov A., Andreev P., Khabibyanov R.

STERNOTOME FOR THE TREATMENT OF KEELED
DEFORMITY OF THE CHEST58

PHILOLOGICAL SCIENCES

Yusifli A.

GAMING TECHNOLOGIES AS A MEANS OF INCREASING
MOTIVATION TO LEARN GERMAN 62

PHILOSOPHICAL SCIENCES

Shovah V., Matviienko O.

UKRAINIAN CIVIL SOCIETY: FROM PATERNALISM TO
AUTONOMY..... 65

PSYCHOLOGICAL SCIENCES

Gvetadze A.

INTERPERSONAL CONFLICT STYLES AND RESOLUTION
STRATEGIES AMONG GEORGIAN UNIVERSITY

STUDENTS..... 68

SOCIAL SCIENCES

Gjinali A., Leka T.

INTERCULTURAL COMMUNICATIVE COMPETENCE IN THE
FOREIGN LANGUAGE CURRICULUM..... 72

Pavliashvili S., Tokmazishvili M.

TECHNOLOGICAL CHALLENGES OF THE CIRCULAR
ECONOMY.....79

TECHNICAL SCIENCES

Verdiyeva G., Gambarova S.,

Asgarova T., Jafarova B.

THE USE OF THE LATEST INFORMATION SYSTEMS IN
EDUCATION 83

AGRICULTURAL SCIENCES

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА И ДОСТУПНЫХ РАСТЕНИЯМ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕ ПРИ ДВУХЛЕТНЕМ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ХЛОПЧАТНИКА ВНЕСЕНИЕМ НОВЫХ ФОРМ ОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОРОШАЕМОМ ТИПИЧНОМ СЕРОЗЕМЕ

Ташкүзиев М.М.

Главный научный сотрудник, д.б.н., проф.

Институт почвоведения и агрохимических исследований, Республика Узбекистан

Мустафаева С.Ч.

Очный докторант

Институт почвоведения и агрохимических исследований, Республика Узбекистан

Бердиев Т.Т.

Заведующий лабораторий, д.ф.б.н., с.н.с.

Институт почвоведения и агрохимических исследований, Республика Узбекистан

CHANGING THE CONTENT OF HUMUS AND NUTRIENTS AVAILABLE TO PLANT SOILS DURING TWO-YEAR CULTIVATION OF COTTON BY APPLYING NEW FORMS OF ORGANIC AND ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON IRRIGATED TYPICAL SERIOZEME

Tashkuziev M.

Chief Researcher, Doctor of Biological Sciences, Professor

Institute of Soil Science and Agrochemical Research, Republic of Uzbekistan

Mustafayeva S.

Full-time doctoral student

Institute of Soil Science and Agrochemical Research, Republic of Uzbekistan

Berdiev T.

Head of laboratories, Doctor of Philosophy, Senior Researcher

Institute of Soil Science and Agrochemical Research, Republic of Uzbekistan

DOI: [10.5281/zenodo.17237448](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237448)

АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты исследований влияния на динамику содержания в почве гумуса и подвижных питательных элементов при внесении под хлопчатник новых форм органических и органоминеральных удобрений на основе гуминовых веществ, направленных на мобилизацию (активизацию) почвенных фосфатов и повышению эффективности вносимых фосфорных удобрений. Показано положительное влияние от применения органических удобрений с микробиологическими штаммами, биогумуса с добавками минерала доломита, ВМГ - отхода биогазовой технологии и ОМУ на основе фосфогипса, отхода получения аммофоса из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Полученные данные по превращению питательных элементов в почве под влиянием этих удобрений позволяют снизить норму минеральных удобрений на 25% и более.

ABSTRACT

The paper presents the results of studies of the effect on the dynamics of the content of humus and mobile nutrients in the soil when introducing new forms of organic and organomineral fertilizers based on humic substances under cotton, aimed at mobilizing (activating) soil phosphates and increasing the efficiency of applied phosphorus fertilizers. The positive effect of the use of organic fertilizers with microbiological strains, biohumus with additives of the mineral dolomite, BMG - waste from biogas technology and OMU based on phosphogypsum, waste from obtaining ammophos from phosphorites of the Central Kizylkum Desert is shown. The obtained data on the transformation of nutrients in the soil under the influence of these fertilizers make it possible to reduce the rate of mineral fertilizers by 25% or more.

Ключевые слова: орошаемый типичный серозем, хлопчатник, гумус, питательные элементы, гуминовые вещества, минеральные, органические, органоминеральные удобрения, мобилизация почвенных фосфатов.

Keywords: irrigated typical sierozem, cotton, humus, nutrients, humic substances, mineral, organic, organomineral fertilizers, mobilization of soil phosphates.

Введение. Известно, что при внесении в почву органических, фосфорсодержащих органоминеральных и углегуминовых удобрений за счет образования в почве различных органических кислот, происходит мобилизация почвенных фосфатов, снижение ретроградации (закрепление) вносимых

фосфорных удобрений, улучшение питательного режима почвы, что приводит к эффективному использованию растениями вносимых минеральных удобрений [1,2].

Испытывая большую потребность в фосфоре, некоторые растения вырабатывают повышенную

способность к его мобилизации из почвы. К ним относятся большинство бобовых культур, а также гречиха, горчица, рапс и другие крестоцветные [3, 4]. Каждая из этих культур обладает своими особенностями, но общим для всех являются кислые корневые выделения, под действием которых происходит растворение труднодоступных фосфатов [5].

Многочисленными исследованиями доказано, что высокими мобилизующими свойствами в отношении к почвенному фосфору обладает люцерна. Также доказано, что листопадные растения, а также культура хлопчатник воздействуют на труднодоступные фосфаты почвы путем накопления органических веществ кислотной природы в листьях. Попадая в почву, листовая масса разлагается, выделяя соответствующие карбоновые кислоты, которые растворяют часть почвенного фосфора. Таким способом эти растения создают определенный фонд доступных фосфатов для следующих культур.

В условиях орошаемых типичных сероземов выявлена природа воздействия органических кислот и их производных на мобилизацию почвенных фосфатов и повышение эффективности фосфорных удобрений на хлопчатнике путем применения азотных удобрений на основе углегуминовых веществ. Их применение позволяет снизить годовую норму фосфора до 40% и более [2].

В улучшении питательного режима, повышении плодородия почвы и урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур имеет важное значение внесение совместно с минеральными удобрениями обогащенных органическими веществами и основными питательными элементами новых видов органических и органоминеральных удобрений, полученных путем ферментации и микробиологической активации (таких как: биогумус, отходы биогазовой технологии – ВМГ, бактериальное обработанные фосфоритно-гуминовые удобрения) на основе навоза [6, 9].

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в 2023-2024 годы на староорошаемом типичном серозема на территории экспериментального опытного участка Аккавак НИИССХВИ (бывший УзНИИХ) Ташкентской области, где выращивали хлопчатник сорта «Султан» на одном и том же поле в течении двух лет, где применяли новые формы органических, органоминеральных удобрений с добавкой гуминовых веществ при их получении.

В настоящей работе, направленной на увеличение в почве содержания органического вещества

(гумуса), улучшение фосфатного состояния почвы за счет применения фосфорсодержащих углегуминовых удобрений и различных органических удобрений, способствующих активизации почвенных фосфатов и повышению эффективности вносимых фосфорных удобрений, рассматривается динамика содержания гумуса и подвижных питательных элементов в почве в основные фазы развития хлопчатника при их применении в течении двух лет.

Полевые опыты с хлопчатником проведены по методике СоюзНИХИ (1981) [10].

Анализы почв выполнялись по общепринятым методикам, описанным в руководствах СоюзНИХИ (1977) [11] и Е.В.Аринушкиной (1970) [12].

Опыты ставились в 8 вариантах, повторность 3-х кратная, размер делянки 120м², учетная 60 м², общая площадь 2880 м².

Схема опыта: 1. Почва без удобрения, 2. N₂₀₀P₀K₁₀₀, контроль без фосфора, 3. N₂₀₀P₁₄₀K₁₀₀, контроль по рекомендациям, 4. N₁₅₀P₁₀₅K₇₅, Фон, норма удобрений снижена на 25 %, 5. Фон + 2,5 т/га ВМГ, органическое удобрение, 6. Фон + 2,5 т/га биогумус + 10 % доломит, 7. Фон + 2,5 т/га ОУ (микробиологическим штаммом), 8. Фон + 2,5 т/га ОМУ (на основе фосфогипса).

Результаты исследований. Для выявления влияния новых форм органических и органоминеральных удобрений из природных ресурсов на изменение содержания гумуса, доступных растениям питательных веществ почвы при возделывании хлопчатника, а также мобилизации почвенных фосфатов, повышения эффективности фосфорных удобрений нами проведены специальные полевые опыты на орошаемом типичном сероземе.

В настоящей статье остановимся на отдельные результаты исследований по влиянию указанных выше удобрений на изменение содержания гумуса и подвижных питательных элементов в почве за вегетацию хлопчатника, а также улучшения фосфатного состояния почвы.

На первый год возделывания хлопчатника, в исходном состоянии, перед началом опыта, до посева хлопчатника (15.04.2023 г.), на делянках всех вариантов опыта в 0-30 и 30-50 см слоях почвы гумуса содержалось 1,253 – 1,528 % и 1,097 – 1,371 % соответственно (табл. 1). В конце вегетации хлопчатника (23.09.2023) в этих слоях почвы содержание гумуса заметно изменилось в зависимости от варианта опыта и составило порядка 1,300 – 1,494 % и 1,163 – 1,324 % соответственно.

Изменение содержания гумуса в опытах с хлопчатником от применения органических и органоминеральных удобрений, %

Варианты	Глубина, см	Гумус %		Разница +, -			Разница +, -
		15.04.2023	23.09.2023		20.04.2024	25.09.2024	
1 Почва без удобрения	0-30	1,438	1,364	$\frac{-0,074}{-2,960}$	1,364	1,357	$\frac{-0,081}{-3,24}$
	30-50	1,292	1,244	$\frac{-0,048}{-1,44}$	1,215	1,250	$\frac{-0,042}{-1,26}$
2 N ₂₀₀ P ₀ K ₁₀₀ , контроль без фосфора	0-30	1,528	1,494	$\frac{-0,034}{-1,36}$	1,454	1,548	$\frac{+0,020}{+0,80}$
	30-50	1,371	1,324	$\frac{-0,047}{-1,41}$	1,441	1,452	$\frac{+0,081}{+2,43}$
3 N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ , контроль по рекомендациям	0-30	1,297	1,355	$\frac{+0,058}{+2,32}$	1,344	1,420	$\frac{+0,123}{+4,92}$
	30-50	1,140	1,208	$\frac{+0,068}{+2,04}$	1,194	1,306	$\frac{+0,166}{+4,98}$
4 N ₁₅₀ P ₁₀₅ K ₇₅ , Фон	0-30	1,392	1,406	$\frac{+0,014}{+0,56}$	1,338	1,454	$\frac{+0,062}{+2,48}$
	30-50	1,097	1,163	$\frac{+0,066}{+1,98}$	1,276	1,257	$\frac{+0,160}{+4,80}$
5 Фон + 2,5 т/га ВМГ	0-30	1,253	1,358	$\frac{+0,055}{+2,20}$	1,360	1,448	$\frac{+0,195}{+7,80}$
	30-50	1,129	1,209	$\frac{+0,080}{+2,40}$	1,233	1,302	$\frac{+0,173}{+5,20}$
6 Фон + 2,5 т/га био-гумус + 10 % доломит	0-30	1,253	1,300	$\frac{+0,047}{+1,88}$	1,359	1,450	$\frac{+0,197}{+7,88}$
	30-50	1,103	1,200	$\frac{+0,097}{+2,91}$	1,255	1,290	$\frac{+0,187}{+5,61}$
7 Фон + 2,5 т/га ОУ (микробиологическим штаммом)	0-30	1,352	1,428	$\frac{+0,076}{+3,04}$	1,478	1,573	$\frac{+0,221}{+8,84}$
	30-50	1,204	1,258	$\frac{+0,054}{+1,62}$	1,323	1,368	$\frac{+0,154}{+4,92}$
8 Фон + 2,5 т/га ОМУ (на основе фосфогипса)	0-30	1,361	1,414	$\frac{+0,053}{+2,12}$	1,470	1,570	$\frac{+0,209}{+8,36}$
	30-50	1,134	1,200	$\frac{+0,066}{+1,98}$	1,240	1,296	$\frac{+0,152}{+4,86}$

Так, на контрольном варианте – 1, где не применяли удобрения, в сравнении с исходным содержанием, в 0-30 и 30-50 см слоях количество органического вещества (гумуса) несколько снизилось и составило 1,364 и 1,244 % соответственно, что равно – на 0,074 и 0,048 % или 2,96 и 1,44 т/га, а в 0-50 см слое – 4,40 т/га. На варианте – 2, контрольном без фосфора, в сравнении с исходным содержанием, в этих слоях почвы отмечено также снижение содержания углерода гумуса и составило 1,494 и 1,324 % соответственно, что равно на 0,034 и 0,047 % или 1,36 и 1,41 т/га, а в 0-50 см слое - 2,77 т/га.

На контрольном варианте – 3, где минеральные удобрения вносили в соответствии рекомендациям, в этих слоях почвы содержалось гумуса 1,305 и 1,208 %, что в сравнении с исходным отмечено увеличение гумуса на 0,058 и 0,068 % или - 2,32 и

2,04 т/га, а в 0-50 см слое - 4,36 т/га. А на фоновом контрольном варианте – 4, где норма минеральных удобрений снижена на 25 %, в этих слоях почвы содержалось гумуса 1,406 и 1,163 %, что в сравнении с исходным отмечено увеличение гумуса на 0,014 и 0,066 % или 0,56 и 1,98 т/га, а в 0 – 50 см слое на 2,54 т/га.

На опытных вариантах – 5 и 6 с органическими удобрениями ВМГ – отхода производства биогазовой технологии и биогумуса с добавкой 10 % минерала доломита к его весу, содержание гумуса в этих слоях почвы составило соответственно 1,308 – 1,209 % и 1,300 – 1,200 %. Эти показатели были выше по сравнению с исходным содержанием на 0,052 и 0,080 % или 2,08 и 2,40 т/га на варианте – 5 и на 0,047 и 0,097 % или 1,88 и 2,91 т/га на варианте

– 6. А для 0 – 50 см слоя в этих вариантах отмечено увеличение содержания гумуса на 4,48 и 4,79 т/га.

На вариантах 7 – 8, где на фоне минеральных удобрений с заниженной нормой на 25 % применяли по 2,5 т/га органических углеуминовых удобрений (ОУ) с микробиологическим штаммом и органоминеральных удобрений (ОМУ) на основе фосфогипса (10 % от веса. ОУ), содержание гумуса в 0 – 30 и 30 – 50 см слоях почвы составило соответственно 1,428 – 1,258 % и 1,414 – 1,200 %. В сравнении с исходным его содержанием эти показатели были выше на 0,076 и 0,054 % или 3,04 и 1,62 т/га на варианте – 7 и на 0,53 и 0,066 % или 2,12 и 1,98 т/га на варианте – 8. А в 0 – 50 см слое в этих вариантах на первый год вегетации хлопчатника отмечено увеличение содержания гумуса на 4,66 и 4,10 т/га.

Следовательно, на первой год выращивания хлопчатника на варианте без удобрений, в сравнении с исходным содержанием гумуса (органического вещества) в 0 – 50 см слое почвы отмечено снижение на 1,22 % или 4,40 т/га. Также отмечено снижение содержания гумуса в этих слое на 2,77 т/га на варианте – 2, где не применяли фосфорные удобрения. Однако, на остальных вариантах 3 – 8 отмечено увеличение содержания гумуса в 0 – 50 см слое почвы за счет применения минеральных, а также добавки к ним различных органических и органоминеральных удобрений. Так, на фоновом варианте – 4 с заниженной нормой на 25 % минеральных удобрений, в 0 – 50 см слое почвы отмечено увеличение содержания гумуса на 2,54 т/га. А на вариантах 5 – 8, где применяли дополнительно по 2,5 т/га органических и органоминеральных удобрений, отмечено дополнительное увеличение гумуса на 1,56 – 2,25 т/га. Эти показатели на 0,12 – 0,43 т/га выше по сравнению с контрольным вариантом, где применяли полной нормы минеральных удобрений.

Результаты анализа по изменению содержания гумуса на второй год проведения опыта с хлопчатником в конце вегетации (25.09.2024) показывает ту же закономерность, что было отмечено в первом году исследований. Так, на варианте – 1, где не применяли удобрения, в сравнении с исходным (15.04.2023) в 0 – 30 и 30 – 50 см слоях почвы гумуса содержалось 1,357 и 1,250 %, где отмечено снижение его количества на 0,081 и 0,042 %, что равно 3,24 и 1,26 т/га, а в 0 – 50 см слое – на 4,50 т/га. На варианте – 2, где не применяли фосфорные удобрения при полной норме азотных и калийных, в этих слоях почвы гумуса содержалось 1,548 и 1,452 %, и отмечено увеличение его количества на 0,020 и 0,081 % или 0,80 и 2,43 т/га, а в 0 – 50 см слое – 3,23 т/га.

На контрольном варианте – 3, где применяли полной нормы минеральных удобрений по рекомендациям, в сравнении с исходным содержанием, в указанных выше слоях почвы гумуса содержалось 1,420 и 1,308 % и отмечено увеличение его количества на 0,123 и 0,166 % или на 4,92 и 4,98 т/га, а в слое 0 – 50 см на 9,90 т/га. На фоновом варианте – 4, где норма минеральных удобрений снижена на 25 %, в сравнении с исходным содержанием в верхних

слоях почвы гумуса содержалось 1,454 и 1,257 % и отмечено увеличение его количества на 0,062 и 0,160 % или 2,48 и 4,80 т/га, а в слое 0 – 50 см-на 7,28 т/га.

На вариантах 5 и 6 при заниженной на 25 % норме минеральных удобрений, внесение по 2,5 т/га ВМГ и биогумуса с добавкой доломита, в 0 – 30 и 30 – 50 см слоях почвы содержание гумуса составило соответственно 1,448 – 1,302 % и 1,450 – 1,290 %. Эти показатели по сравнению с исходным содержанием были выше на 0,195 и 0,173 % или на 7,80 и 5,20 т/га на варианте – 5 и 0,197 и 0,187 % или 7,88 и 5,61 т/га на варианте – 6. А для 0 – 50 см слое в этих вариантах отмечено увеличение содержания гумуса на 13,00 и 13,50 т/га.

На вариантах 7 и 8 на фоне заниженных норм минеральных удобрений, применение органических углеуминовых удобрений с микробиологическим штаммом и органоминеральных удобрений на основе фосфогипса, содержание гумуса в верхних слоях почвы составило 1,573 – 1,368 % и 1,570 – 1,296 % соответственно. Эти показатели в сравнении с исходным содержанием были выше на 0,221 и 0,164 % на варианте – 7, что равно на 8,84 и 4,92 т/га. А на варианте – 8 эти показатели в сравнении с исходным содержанием были выше на 0,209 и 0,162 % или 8,36 и 4,86 т/га. Для 0 – 50 см слое почвы на этих вариантах отмечено увеличение содержания гумуса на 13,76 и 13,22 т/га.

Следовательно, за два года выращивания хлопчатника в сравнении с исходным (15.04.2023) содержанием, в 0 – 50 см слое отмечено уменьшение содержания гумуса только на контрольном варианте – 1 без удобрений на 0,123 % или 4,50 т/га. На остальных вариантах 2 – 8 отмечено увеличение содержания гумуса по-разному, в зависимости от применяемых удобрений. Так, на контрольных вариантах 2 и 3 отмечено увеличение содержания гумуса на 0,096 % и 0,289 % соответственно. Эти показатели равны для 0 – 50 см слоя на 3,23 и 9,90 т/га. На контрольном фоновом варианте – 4, где норма минеральных удобрений снижена на 25 %, в 0 – 50 см слое почвы гумуса содержалось 0,222 %, что равно на 7,28 т/га. На вариантах 5 – 8, где вносили на этом фоне разные органические удобрения в норме 2,5 т/га, прибавка гумуса составила: 0,368; 0,384; 0,385 и 0,371 % соответственно, или 13,00; 13,50; 13,76; и 13,22 т/га. Эти показатели выше фонового варианта – 4 на 5,72; 6,22; 6,48 и 5,94 т/га соответственно. Также превышают контрольного варианта – 3, где применяли полной нормы минеральных удобрений – на 3,10; 3,60; 3,86; и 3,32 т/га соответственно.

В заключении, в отношении изменения содержания гумуса можно отметить, в зависимости от варианта опыта, за 2 года проведения исследований с хлопчатником, в верхнем полуметровом слое почвы содержание гумуса изменяется и зависит от агрофона. На первый год исследования на вариантах, где применяли разные нормы минеральных удобрений, отмечено увеличение содержания гумуса в сравнении с исходным на 2,54 – 4,36 т/га. На

вариантах 5 – 8, где применяли ОУ и ОМУ с добавками, отмечено увеличение содержания гумуса на 4,10 – 4,79 т/га. На второй год проведения опыта, сохраняется такая же закономерность в отношении содержания гумуса в почве. Выявлено, применение органических и органоминеральных удобрений в сравнении с фоновым контрольным вариантом, способствовало увеличению в полуметровом слое почвы содержания гумуса на 0,146 – 0,163 % или 5,72 – 6,48 т/га, а в сравнении с контрольным вариантом – 3, где применяли полной нормы минеральных удобрений увеличено на 0,079 – 0,96 % или 3,10 – 3,86 т/га.

На данном опыте, наряду с увеличением в почве содержания гумуса, за период вегетации хлопчатника по всем основным фазам наблюдается

изменения содержания подвижных питательных элементов в зависимости от агрофона, что было отмечено по содержанию гумуса.

На первый год возделывания хлопчатника, перед началом опыта, в исходном состоянии (15.04.2023) на делянках всех вариантов в 0 – 50 см слое почвы содержалось минерального азота ($\text{NH}_4 + \text{NO}_3$) в количестве 81 – 103 мг/кг, подвижного фосфора - 34 – 67 мг/кг, обменного калия - 337 – 484 мг/кг.

На контрольном варианте – 1 без удобрений в 0 – 30 и 30 – 50 см слоях почвы содержалось: (в мг/кг) минерального азота 45 и 36, подвижного фосфора 32 и 14; обменного калия 274 и 227, что для 0 – 50 см слоя составляет 81; 46 и 501 мг/кг соответственно (табл. 2).

Таблица – 2

Содержание подвижных элементов питания в почве полевого опыта первого года в период вегетации хлопчатника, мг/кг. 2023 г.

Варианты	Глубина	Исходный 15.04.2023 г			Бутонизация 27.06.2023 г			Цветение пло- образование 29.07.2023 г			Созревание 23.09.2023 г		
		NH_4 , NO_3	P_2O_5	K_2O	NH_4 , NO_3	P_2O_5	K_2O	NH_4 , NO_3	P_2O_5	K_2O	NH_4 , NO_3	P_2O_5	K_2O
1 – Вариант Контроль без внесения удобрений.	0-30	45	32	274	56	30	232	50	23	230	29	25	232
	30-50	36	14	227	47	20	198	40	20	223	18	17	202
	0-50	81	46	501	103	50	430	90	43	453	47	42	434
2 – Вариант $\text{N}_{200} \text{P}_0$ K_{100} – контроль	0-30	56	34	270	56	32	252	50	32	238	35	25	241
	30-50	46	33	227	51	31	232	32	16	224	18	18	214
	0-50	102	67	497	117	63	484	82	48	462	54	43	455
3 – Вариант $\text{N}_{200} \text{P}_{140}$ K_{100} – контроль с мине- раль- ными удобре- ниями (на ос- нове ре- коменда- ций)	0-30	42	30	236	43	33	224	44	26	256	36	20	190
	30-50	41	18	187	42	30	205	31	18	249	30	19	182
	0-50	83	48	423	85	63	429	75	44	505	66	39	372
4 – Вариант $\text{N}_{150} \text{P}_{105}$ K_{75} – норма внесения удобре- ний сни- жена на 25% - Фон	0-30	47	31	264	50	27	211	40	22	230	34	22	187
	30-50	41	18	176	45	20	186	31	19	204	30	20	195
	0-50	88	49	440	95	47	397	71	41	434	64	42	382
	0-30	54	20	202	59	31	222	55	30	271	43	33	202

Варианты	Глубина	Исходный 15.04.2023 г			Бутионизация 27.06.2023 г			Цветение пло- образование 29.07.2023 г			Созревание 23.09.2023 г		
		NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
5 – Вари- ант Фон + 2,5 т/га ВМГ	30- 50	42	16	193	50	20	198	30	17	259	36	15	194
	0-50	96	36	395	109	51	420	85	47	530	79	48	396
6 – Вари- ант Фон + биогурус 2,5 т/га+10% долонит	0-30	48	23	215	56	32	242	49	31	273	46	27	281
	30- 50	41	11	164	45	20	200	35	20	256	37	22	206
	0-50	89	34	379	101	52	442	84	51	529	83	49	407
7 – Вари- ант Фон + 2,5 т/га ОМУ (микро- биологи- ческий штамм)	0-30	55	35	232	60	32	222	50	27	268	42	27	220
	30- 50	48	24	174	52	23	192	43	22	243	38	24	198
	0-50	103	59	406	112	55	414	93	49	511	40	51	418
8 – Вари- ант Фон + ОМУ (на основе фосфо- гипса)	0-30	54	30	257	57	30	214	43	28	251	49	27	205
	30- 50	47	10	163	46	21	200	38	27	237	39	23	220
	0-50	101	40	420	103	51	414	81	55	488	88	50	425

На следующем контрольном варианте – 2, где не применяли фосфорные удобрения, в слоях 0 – 30 и 30 – 50 см содержалось (в мг/кг): минерального азота 56 и 46; подвижного фосфора 34 и 33; обменного калия 270 и 227, что для 0 – 50 см слоя составляет 102; 67 и 497 мг/кг соответственно.

На контрольном варианте – 3, где применяли полной нормы минеральных удобрений в соответствии рекомендациям, в верхних слоях содержалось: минерального азота 42 и 41; подвижного фосфора 30 и 18, обменного калия 236 и 187 мг/кг, что в 0 – 50 см слое составляет 83, 48 и 423 мг/кг соответственно. На фоновом контрольном варианте – 4, где применяли заниженной на 25 % нормы минеральных удобрений, в двух верхних слоях почвы содержалось: минерального азота 47 и 41; подвижного фосфора 31 и 18; обменного калия 264 и 176 мг/кг, что для 0 – 50 см слоя составляет 88; 49 и 440 мг/кг соответственно.

На вариантах 3 и 4 отмечено снижение содержания минерального азота на 17 и 24; подвижного фосфора – 9 и 7 и обменного калия – 51 и 48 мг/кг.

На вариантах 5 – 8, где применяли по 2,5 т/га различные ОУ и ОМУ на фоне заниженной нормы минеральных удобрений, в сравнении с фоновым вариантом – 4, во всех основных фазах развития хлопчатника отмечено заметное увеличение содержания подвижных питательных элементов. Так, в фазе бутонизации (27.06.2023) 0 – 50 см слое почвы

на вариантах 5 – 8 увеличилось (в мг/кг): содержание минерального азота – на 14; 6; 17 и 8; подвижного фосфора – 4; 5; 8 и 7; обменного калия – 23; 45; 17; 17 соответственно. В фазе цветения – плодобразования (30.07.2023) в этом слое почвы на вариантах 5 – 8 увеличилось (в мг/кг): содержание минерального азота – на 14; 13; 21 и 10; подвижного фосфора – 6; 10; 8 и 14; обменного калия – 96; 95; 77 и 54 соответственно. В фазе созревания (23.09.2023) в 0 – 50 см слое почвы на этих вариантах увеличилось (в мг/кг): минерального азота на 15; 19; 16 и 24; подвижного фосфора – 6; 7; 9 и 8 мг/кг; обменного калия – 14; 25; 36 и 43 соответственно.

Приведенные выше данные по содержанию подвижных форм питательных веществ в почве на вариантах с ОУ и ОМУ также показывают превышения количества минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия по сравнению с контрольным вариантом – 3, где применяли полной нормы минеральных удобрений. Это указывает о положительном влиянии применяемых новых форм ОУ и ОМУ в улучшении питательного режима, а также гумусного состояния почвы.

На второй год возделывания хлопчатника наблюдается аналогичная закономерность в отношении содержания и изменения в почве показате-

лей подвижных элементов питания в основных фазах развития растений по вариантам опыта (таблица – 3).

Таблица – 3

Содержание подвижных элементов питания в почве полевого опыта первого года в период вегетации хлопчатника, мг/кг. 2024 г.

Варианты	Глубина	Исходный 20.04.2024 г			Бутонизация 21.06.2024 г			Цветение пло- образование 24.07.2024 г			Созревание 25.09.2024 г		
		NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 – Вариант Контроль без внесения удобрений.	0-30	36	22	226	33	20	223	25	16	210	24	14	194
	30-50	22	12	208	22	15	201	19	11	184	20	11	138
	0-50	58	34	434	55	35	424	44	27	394	44	25	332
2 – Вариант N ₂₀₀ P ₀ K ₁₀₀ – контроль	0-30	29	26	260	28	23	213	23	22	192	28	28	184
	30-50	25	10	212	24	18	175	19	15	182	22	12	127
	0-50	54	36	472	52	41	388	42	37	374	50	40	311
3 – Вариант N ₂₀₀ P ₁₄₀ K ₁₀₀ – контроль с минеральными удобрениями (на основе ре- комендаций)	0-30	30	26	215	34	32	221	34	25	228	27	22	244
	30-50	21	13	205	24	31	211	26	19	223	26	20	188
	0-50	51	39	420	58	63	432	60	44	451	53	42	432
4 – Вариант N ₁₅₀ P ₁₀₅ K ₇₅ – норма внесения удобрений сни- жена на 25% - Фон	0-30	27	19	220	31	31	238	26	21	232	33	20	212
	30-50	20	13	190	28	16	200	23	20	160	18	18	141
	0-50	47	32	410	59	47	438	49	41	392	51	38	353
5 – Вариант Фон + 2,5 т/га ВМГ	0-30	30	24	206	34	30	260	30	26	228	34	24	216
	30-50	22	14	196	30	20	214	25	22	175	30	20	180
	0-50	52	38	402	64	50	474	55	48	403	64	44	396
6 – Вариант Фон + биогумус 2,5 т/га+10	0-30	31	25	196	32	36	227	43	28	210	33	26	200
	30-50	23	15	168	30	28	218	22	21	207	30	18	175
	0-50	54	40	364	62	64	445	65	49	417	63	44	375

Варианты	Глубина	Исходный 20.04.2024 г			Бутонизация 21.06.2024 г			Цветение плод- образование 24.07.2024 г			Созревание 25.09.2024 г		
		NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ , NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
% доломит													
7 – Вариант Фон + 2,5 т/га ОМУ (микро- биологи- ческий штамм)	0-30	39	20	223	37	37	255	38	25	211	34	26	188
	30-50	23	16	191	30	26	214	33	23	202	33	20	169
	0-50	62	36	414	67	63	469	71	48	413	67	46	357
8 – Вариант Фон + ОМУ (на основе фосфо- гипса)	0-30	39	25	238	34	32	264	48	32	221	32	24	217
	30-50	25	15	201	30	24	200	24	22	185	22	22	192
	0-50	64	40	439	64	56	464	72	54	406	54	46	409

В исходном состоянии, до посева хлопчатника, (20.04.2024) в всех вариантах в 0 – 50 см слое почвы содержалось минерального азота 52 – 68; подвижного фосфора 32 – 40; обменного калия 364 – 472 мг/кг.

На контрольном варианте – 1, по сравнению с исходным содержанием, во всех фазах содержание этих элементов мало изменилось и постепенно снижались на фазе созревания. Так, содержание аммиачного азота в этом слое снижалось от 58 до 44 мг/кг, подвижного фосфора – от 34 до 25 мг/кг, обменного калия – от 434 до 332 мг/кг.

На контрольных вариантах – 3 и 4, где вносили полной и заниженной на 25 % нормы минеральных удобрений, по сравнению с исходным содержанием, во всех основных фазах отмечено увеличение в слое 0 – 50 см количества питательных элементов. Так, на варианте – 3 увеличилось: минерального азота от 52 до 53 – 60 мг/кг; подвижного фосфора – от 39 до 42 – 63 мг/кг; обменного калия – от 420 до 432 – 451 мг/кг. А на фоновом варианте – 4 эти показатели составили: по минеральному азоту от 47 до 49 – 59 мг/кг; фосфору от 32 до 38 – 47 мг/кг; обменному калию от 410 до 438 мг/кг.

На фоновых вариантах 5 – 8, где применяли различные ОУ и ОМУ с добавкой по 2,5 т/га при заниженной на 25 % норме минеральных удобрений, во всех фазах вегетации хлопчатника, по сравнению с фоновым вариантом-4 отмечено в 0-50 см слое почвы увеличение содержания питательных элементов. Так, в фазе бутонизации наблюдается увеличение минерального азота на 5; 3; 8 и 5 мг/кг; подвижного фосфора-3; 17; 16 и 9 мг/кг; обменного калия-36; 7; 31 и 26 мг/кг соответственно. В фазе цветения-плодообразования увеличение этих элементов по вариантам составило: минерального азота на 6; 10; 16 и 17 мг/кг; подвижного фосфора-7; 8; 7 и 13 мг/кг; обменного калия-17; 25; 21 и 14

мг/кг. В фазе созревания увеличение содержания минерального азота составило: 19; 12; 6 и 3 мг/кг; подвижного фосфора-6; 6; 8 и 8 мг/кг; обменного калия-43,22; 4 и 56 мг/кг.

Приведенные выше данные по содержанию подвижных питательных веществ в почве от применения различных форм ОУ и ОМУ на фоне сниженной на 25 % нормы минеральных удобрений даже несколько выше по сравнению с вариантом-3, где применяли полной нормы минеральных удобрений. Это дает основание утверждать о положительном влиянии этих удобрений на питательный режим и плодородие почвы.

Закключение. За два года выращивания хлопчатника на контрольном варианте без удобрений в сравнении с исходным 15.04.2023 г содержанием в 0 – 50 см слое почвы содержание гумуса уменьшилось на 0,123 или 4,50 т/га. На остальных вариантах 2-8 отмечено увеличение его содержания. На фоновом контрольном варианте в сравнении с исходным содержанием в этом слое гумуса увеличилось на 0,222 % или 7,28 т/га. На вариантах с ОУ и ОМУ эти показатели составили: 0,368 % или 13,0 т/га; 0,384 % или 13,20 т/га; 0,385 % или 13,76 т/га и 0,371 % или 13,22 т/га соответственно. А по сравнению с фоновым контрольным вариантом отмечено увеличение содержания гумуса на 0,146 – 0,163 % или 5,72 – 6,48 т/га и в сравнении с контрольным вариантом, где применяли полной нормы минеральных удобрений на 0,079 – 0,096 % или 3,10 – 3,86 т/га.

На первый год возделывания хлопчатника по сравнению с фоновым вариантом – 4 в 0 – 50 см слое почвы во всех фазах его развития и всех вариантах опыта от применения по 2,5 т/га ОУ и ОМУ при заниженной на 25 % нормы минеральных удобрений отмечено увеличение содержания подвиж-

ного фосфора от 4 до 14 мг/кг и самые высокие показатели приходится вариантам с биогумусом с добавкой доломита, ОУ микробиологическим штаммом и ОМУ на основе фосфоритов с добавкой фосфогипса составило; 5 – 7; 8 – 9 и 4 – 14 мг/кг соответственно. На варианте с ВМГ количество фосфора увеличилось на 4 – 6 мг/кг. На втором году также самые высокие показатели фосфора приходится этим удобрениям, где отмечено увеличенно его содержания на 6 – 8; 7 – 16 и 8 – 13 мг/кг соответственно. На варианте с ВМГ количество фосфора увеличивается на 3 – 7 мг/кг.

Полученные выше результаты по увеличению содержания подвижного фосфора почвы от применения органических и органоминеральных удобрений совместно с минеральными удобрениями согласуются ранее проведенными нами исследованиями и считаем, с что это связано образованием в почве различных низкомолекулярных (щавелевой, муравьиной и др.) кислот, способствующие активизацию и мобилизации почвенных фосфатов, а также снижению ретроградации вносимых фосфорных удобрений.

Литература

1. Ташкузиев М.М., Таджитдинов Д.Б., Пирахунов Т.П. Повышение обеспеченности растений фосфором путем снижения закрепления вносимых фосфорных удобрений и мобилизация почвенных фосфатов. Тезисы докл. Всес. Совещания: Перспективы расширения ассортимента фосфорсодержащих удобрений. ОНТИ, Москва, 1987, с. 131-132.
2. Ташкузиев М.М. Химическое состояние типичных сероземов и почв Низовьев Амударьи, изменение его на фоне удобрений, орошения и опустынивания. Автореферат дисс. на соискание ученой степени доктора биол. наук, Ташкент, 1996, с. 24-28.
3. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Т. III. М.: - Сельхозгиз. 1953. 86 с.
4. Ключковский В.М., Петербургский А.В. Агрохимия. М.: Колос 1964. С. 77-79.
5. Дояренко А.Г. О корневых выделениях. Избранные сочинения. М.: Сельхозгиздат. 1963. С. 370-377.
6. Ташкузиев М.М., Каримбердиева А.А., Мустафаева С.Ч., Очилов С.К. Влияние новых форм органических и микробиологически активированных фосфорно-гуминовых удобрений на динамику элементов питания в почве // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сборник докладов Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2018. С 448-453.
7. Ташкузиев М.М., Шадиёва Н.И., Очилов С.К., Бердиев Т.Т. Повышение плодородия почвы, урожайности возделываемых культур биологизацией земледелия // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Курск, 24 – 25 апреля 2019 г. Курск - 2019, с 352 – 356.
8. Ташкузиев М.М., Каримбердиева А.А., Бердиев Т.Т., Очилов С.К. Новые формы органических и микробиологически активированных фосфорно – гуминовых удобрений, их влияние на мобилизацию почвенных фосфатов и продуктивность культур хлопкового комплекса. Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. Монография под редакцией доктора с-х. наук В.В. Окоркова. Иваново, 2020. с. 77 – 84.
9. Ташкузиев М.М., Очилов С. К., Бердиев Т.Т., Карабеков О.Г., Каримов Х.Х. Создание экологически чистых почвенных условий при выращивании культур хлопкового комплекса в системе органического земледелия в почвах сероземной зоны Узбекистана. «Научное наследие А.Г. Дояренко – основа в разработке систем земледелия будущего К 150-летию со дня рождения профессора А.Г. Дояренко. Коллективная монография. Суздаль – Москва, 2024., с. 263 – 272.
10. Методика полевых опытов с хлопчатником в условиях орошения. Союз НИХИ, 1981. 246 с.
11. Методы агрохимических анализов почв и растений Средней Азии. Союз НИХИ, 1977, 214 с.
12. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв-Москва., 1970-487с.

CULTUROLOGY

АУДИО-БРЕНДИНГ ИСТОРИЧЕСКИХ ГОРОДОВ КАК НОВЫЙ ПОДХОД К СОХРАНЕНИЮ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ (НА ПРИМЕРЕ УЗБЕКИСТАНА)

Толибжонова Л.М.

*Научный сотрудник, заведующий отделом международных отношений
Центр узбекского национального искусства маком,
Ташкент, Узбекистан*

AUDIO BRANDING OF HISTORICAL CITIES AS A NEW APPROACH TO THE PRESERVATION OF CULTURAL HERITAGE (ON THE EXAMPLE OF UZBEKISTAN)

Tolibjonova L.

*Researcher, Head of International Relations Department
Uzbek Makom Art Center under the Ministry of Culture of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, Uzbekistan*

DOI: [10.5281/zenodo.17237456](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237456)

АННОТАЦИЯ

Данная статья посвящена анализу проблемы **акустического диссонанса** в исторических городах Узбекистана, вызванного современным шумовым загрязнением. Исследование доказывает, что нарушение естественного звукового ландшафта негативно влияет на восприятие культурного наследия и снижает качество туристического опыта. В качестве решения проблемы предлагается и обосновывается авторская концепция **«аудиобренда»** – создания уникальной «музыкальной подписи» для каждого исторического города на основе его культурного наследия. Работа предлагает конкретные практические шаги, включая акустическое картирование и интеграцию концепции в туристическую инфраструктуру, и подчеркивает ее соответствие текущей государственной политике по сохранению культурного наследия.

ABSTRACT

This article is dedicated to analyzing the problem of acoustic dissonance in the historical cities of Uzbekistan, caused by modern noise pollution. The research proves that a disturbance of the natural soundscape negatively affects the perception of cultural heritage and lowers the quality of the tourist experience. As a solution, the author proposes and substantiates the concept of an **"audio brand"** – the creation of a unique "musical signature" for each historical city based on its cultural heritage. The work suggests specific practical steps, including acoustic mapping and the integration of the concept into tourism infrastructure, and emphasizes its consistency with the current state policy on preserving cultural heritage.

Ключевые слова: акустический ландшафт, аудиобренд, культурное наследие, туризм, шумовое загрязнение, урбанистика, Узбекистан.

Keywords: acoustic landscape, audio brand, cultural heritage, tourism, noise pollution, urban studies, Uzbekistan.

I. Введение: актуальность темы и новизна исследования

Очарование древних городов Узбекистана заключается не только в их видимых архитектурных памятниках – ганчевых пештаках, резных куполах и прохладных дворцах. Его душа и подлинная притягательность – в звуках, доносящихся до нас. Азан, звучащий на Регистане в Самарканде, стук молотков ремесленников в узких улочках Бухары, спокойные беседы за высокими стенами Хивы – всё это бесценные звуковые ландшафты, формировавшиеся на протяжении веков. Однако сегодня этот удивительный и чистый звуковой мир нарушается потоком шума и гама. Звуки современной жизни и шумные туристические караваны заглушают исконные мелодии. Это не просто изменение звуков, а утрата невидимой, но важнейшей части нашего культурного наследия. А именно эта проблема стала основой для данного научного исследования. Новизна работы заключается в том, что она впервые в истории Узбекистана пытается подойти к городам с «невидимой» стороны – через их звуковую

среду. В статье научно обосновывается существование уникальной «звуковой карты» исторических городов, а также освещается проблема акустического диссонанса в сфере туризма и урбанистики. Значимость данного исследования состоит в том, что оно предлагает новый, инновационный подход к сохранению культурного наследия не только для Узбекистана, но и для всего мира.

II. Теоретико-философские основы и методология исследования

Философия городского пространства: от визуального к акустическому ландшафту

Человек воспринимает мир через зрение, но слух имеет не менее важное значение. Если зрение служит для различения объектов, их формы и цвета, то слух помогает «ощутить» окружающую среду. У каждого города есть свой «звуковой ландшафт», или акустический ландшафт. Это понятие было введено канадским композитором и учёным Мюрреем Шефером. Шефер разделяет акустический ландшафт на три основные части: «основные

звуки» (**keynote sounds**), «сигналы» (**signals**) и «звуковые маркеры» (**soundmarks**).

Влияние акустического диссонанса на туризм и население

Звук и музыка оказывают глубокое воздействие на человека на психическом, физиологическом и эмоциональном уровне. Несовместимые звуки, или «акустический диссонанс», вызывают у людей недовольство и стресс. Современные исследования показывают, что постоянный шум не только негативно влияет на здоровье человека, но и разрушает естественную ауру исторических мест, снижая качество туристического опыта. Согласно санитарным нормам Узбекистана, допустимый уровень шума на территориях, прилегающих к жилым домам, не должен превышать **55 дБА** в дневное время (7:00-23:00) и **45 дБА** в ночное время (23:00-7:00). Эти нормы соответствуют звуку обычного разговора (40-45 дБА) или слабого ветра (30 дБА). Однако на туристических объектах, таких как Регистан в Самарканде, уровень шума во время вечерних лазерных шоу и концертов может достигать **90-110 дБА**, что в 1,5-2 раза выше допустимых норм. Подобный шум может ослабить впечатления туристов от исторических памятников и изменить их восприятие этого места.

III. Анализ акустического ландшафта исторических городов Узбекистана

Ташкент: звуковое загрязнение в современном мегаполисе

Ташкент отличается своей динамичностью и шумным акустическим ландшафтом. Здесь основными источниками звука являются шум автомобильных дорог, звуки со строительных площадок и громкая музыка в торговых центрах. Это создает проблему «звукового загрязнения».

- **Транспортный шум:** Движение более 600 тысяч автомобилей и большого объема транзитного транспорта, а также пробки, резко повышают уровень шума. На центральных магистралях города уровень шума может достигать **70-80 дБА** днем и не опускаться ниже **60-70 дБА** ночью. Эти показатели значительно превышают нормы, установленные для жилых зон.

- **Строительный шум:** Масштабные строительные работы в современном Ташкенте с использованием экскаваторов, буровых установок и другой тяжелой техники являются постоянным источником шума. На строительных площадках уровень шума может превышать **90 дБА**.

- **Социальный и культурный шум:** Рекламные экраны на открытых площадках, громкая музыка в торговых центрах и ресторанах также способствуют звуковому загрязнению.

Негативное воздействие этих видов шума на здоровье человека доказано. В частности, постоянное пребывание в шумной среде может приводить к повышенному уровню стресса, нарушениям сна, сердечно-сосудистым заболеваниям и проблемам с концентрацией. Согласно исследованиям, такие условия также могут снижать производительность труда.

Самарканд и Бухара: между акустическим диссонансом и традиционной гармонией

В Самарканде основная проблема – «акустический диссонанс». Громкая музыка на различных шоу на площади Регистан, наряду с яркими лазерными лучами, может нарушать акустику исторических зданий. В Бухаре же традиционная музыка и звуки все еще сохраняются. Однако превращение старых домов в гостиницы может привести к тому, что доносящаяся из них современная музыка будет создавать «шум», несовместимый с национальными мелодиями и азаном.

Хива: уникальный звуковой ландшафт древней крепости

Хива выделяется своим «закрытым» акустическим ландшафтом. Стены Ичан-Калы защищают ее от внешнего шума. Звуки внутри (шаги людей, шелест ветра) отражают историческую ауру этого места.

IV. Концепция «аудиобренда» для исторических городов

Суть концепции и практические предложения

Я предлагаю создать уникальный «аудиобренд» для исторических городов Узбекистана. Это своего рода «музыкальная подпись», отражающая историю и культуру каждого города. Для реализации этой концепции я предлагаю следующие практические меры:

- **Акустическое картирование:** Определение естественных, традиционных и неуместных звуков. В этот процесс необходимо вовлечь музыковедов, специалистов по акустике, организации по сохранению культурного наследия и представителей местного населения.

- **Создание специального музыкального контента:** Для каждого города будет создан особый сборник музыки и звуков, основанный на его культурном наследии. Например, для Бухары – от **мавриги до Шашмакома**, а для Хивы – от **лапаров халфы, сурнай-лазги, дастанов бахши до суворы** в исполнении гуянда и талкинчи.

- **Интеграция в туристическую инфраструктуру:** Внедрение культуры использования музыки, соответствующей уникальному аудиобренду региона, в исторических гостиницах, ресторанах и музеях. Предоставление туристам акустических карт и аудиогидов через специальные мобильные приложения.

- **Правовые и просветительские меры:** Введение строгих правил, регулирующих уровень музыки и шума в туристических местах. Проведение разъяснительной работы с работниками туристической сферы о важности акустической культуры.

Важным юридическим основанием для реализации этой концепции являются решения правительства по защите объектов культурного наследия и развитию туристического потенциала. В частности, в рамках программ «Обод махалла» и «Обод кишлок» восстанавливается первоначальный облик исторических махаллей, что способствует сохранению их естественной акустической среды. Работа

правительства в 2023-2024 годах, в частности, Указ Президента Республики Узбекистан от 23 июня 2023 года № УП–201 и Указ от 14 декабря 2023 года № УП–385, служат прочной правовой основой для реализации концепции «аудиобренда». В этих документах уделено особое внимание задачам сохранения объектов культурного наследия и развития туристической инфраструктуры.

V. Заключение

Проведенное исследование показало, что акустический ландшафт городского пространства имеет большое практическое значение для благополучия населения и развития туристической индустрии. Неправильные подходы в современном туризме, в частности, «акустический диссонанс» в исторических местах, нарушают аутентичный дух места и снижают качество туристического опыта. Поэтому в данном исследовании предложена концепция «аудиобренда». В рамках этой концепции для каждого исторического города создается специальный набор музыки и звуков, основанный на его культурном наследии. Практическая значимость исследования заключается в том, что оно предлагает новые подходы к сфере туризма и способствует сохранению уникальной акустической составляющей нашего культурного наследия. Эта работа поможет превратить наши исторические города не только в красивые визуально, но и в духовно гармоничные туристические места.

Направления для дальнейших исследований:

- **Организация междисциплинарной акустической группы:** Создание рабочей группы, состоящей из музыковедов, акустических инженеров, историков и социологов, для разработки точных «акустических карт» исторических городов Узбекистана.

- **Проведение опросов среди туристов:** Изучение эмоций и впечатлений туристов в различных звуковых условиях (например, на фоне спокойной музыки и в шумной среде). Это укрепит теоретические основы исследования практическими результатами.

- **Пилотный проект «аудиобренда»:** Внедрение «аудиобренда» в качестве эксперимента в одном из исторических кварталов или на туристическом объекте для изучения его воздействия на население и туристов.

Литература

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 07.02.2017 г. № УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан». <https://lex.uz/ru/docs/3107042>
2. Указ Президента Республики Узбекистан от 05.01.2019 г. № УП-5611 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию туризма в Республике Узбекистан». <https://lex.uz/ru/docs/4143186>
3. Постановление Президента Республики Узбекистан от 25.12.2023 г. № ПП-405 «О дополнительных мерах по развитию охраны, научного изучения и пропаганды нематериального культурного наследия». <https://lex.uz/ru/docs/6713126>
4. Указ Президента Республики Узбекистан от 18.07.2024 г. № УП-102 «О дополнительных мерах по улучшению туристической инфраструктуры и дальнейшему увеличению потока иностранных туристов в Республику Узбекистан». <https://lex.uz/ru/docs/7031238>
5. Lynch, K. (1960). *The Image of the City*. Cambridge, MA: The MIT Press.
6. Schafer, R. M. (1977). *The Tuning of the World*. New York: Knopf.
7. Truax, B. (1984). *Acoustic Communication*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing.

EARTH SCIENCES

MICROPLASTIC POLLUTION: SOURCES, TOXICOLOGICAL IMPACTS, AND EMERGING MITIGATION STRATEGIES

Hyunjae K.

Plamica Labs, Batten Hall, Allston, USA

Mahnoor W.

Department of Civil and Environmental Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University (Virginia Tech), Blacksburg, USA

DOI: [10.5281/zenodo.17237466](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237466)

ABSTRACT

Microplastic pollution has emerged as a pervasive threat to aquatic ecosystems worldwide. These particles, originating from industrial resin pellets, synthetic fibers, and the fragmentation of larger plastics, are transported through rivers, stormwater runoff, and atmospheric deposition into both freshwater and marine environments. Once present, they interact with aquatic organisms, causing physical injury and toxicological effects through additive leaching and pollutant adsorption. Microplastics are ingested across trophic levels, leading to bioaccumulation, trophic transfer, and potential ecosystem disruption, with growing concern for human exposure. Their detection in commercially important fish and shellfish raises pressing questions about food safety, although the full extent of health risks remains unresolved. This review synthesizes current knowledge on microplastic sources, environmental pathways, and biological impacts, alongside emerging evidence of human exposure through ingestion and inhalation. It also highlights mitigation efforts and innovative technologies aimed at reducing contamination. By integrating insights from diverse disciplines, this work underscores the urgency of addressing microplastic pollution and outlines pathways toward protecting aquatic ecosystems and public health.

Keywords: Microplastic Pollution, Toxicological Impacts, Oxidative Stress and Inflammation, Reproductive and Developmental Toxicity, Neurotoxicity and Immunotoxicity, Mitigation Strategies.

1. Introduction

Plastic pollution is recognized as one of the most critical environmental challenges, with plastics detected in virtually every ecosystem worldwide. Global plastic production exceeded 400 million tonnes in 2022, nearly half of which was used for single-use products [1,2]. Mismanaged plastic waste contributes an estimated 6–15 million tonnes annually to the environment [3]. Through sunlight, heat, wave action, and mechanical abrasion, larger plastics fragment into microplastics (typically 0.1 μm to 5 mm in size) [2]. These particles have been identified not only in coastal waters and beaches but also in remote regions such as deep-sea sediments and alpine snow, demonstrating their global distribution [4–6]. It is estimated that more than 14 million tonnes of microplastics have already accumulated on the ocean floor [3]. Due to their persistence and mobility, microplastics are easily transported through air and water, entering aquatic ecosystems through multiple pathways. Rivers alone carry an estimated 0.8–2.7 million tonnes of plastic waste to the oceans each year [7,8], while atmospheric currents deposit fibers and dust into remote lakes and polar seas [6,9].

The pervasive distribution of microplastics has raised growing concerns about their impacts on biodiversity and ecosystem function. Aquatic organisms across trophic levels ingest microplastics directly or via contaminated prey, leading to physical harm such as gut blockage and false satiation, as well as chemical exposure from additives and adsorbed pollutants [10,11]. Evidence indicates that microplastics accumulate in tissues and can transfer through the food web, potentially disrupting energy flow and nutrition in aquatic systems. Human exposure is also significant: microplastics have

been detected in seafood and drinking water, with one study estimating that adults ingest approximately 50,000 particles annually, in addition to a similar number inhaled from the air [12]. Although the long-term health effects remain uncertain, studies suggest possible links to inflammation, oxidative stress, and other adverse outcomes [11,13].

This review provides a comprehensive overview of microplastic pollution, examining not only their environmental pathways and accumulation across ecosystems but also the toxicological mechanisms, including oxidative stress, reproductive and developmental toxicity, neurotoxicity, and immunotoxicity, that underpin their biological and human health impacts. It further highlights emerging solutions, including biodegradable materials, improved waste management, bioremediation, advanced filtration, and nature-based remediation strategies. By synthesizing interdisciplinary insights from chemistry, ecology, toxicology, engineering, and policy, this work identifies critical challenges and outlines future priorities for mitigating microplastic pollution and safeguarding environmental and public health.

2. Sources of Microplastics

Microplastics enter aquatic systems through both primary and secondary pathways. Primary microplastics are intentionally manufactured as small particles, whereas secondary microplastics result from the fragmentation of larger plastic items already present in the environment [14,15]. Primary sources include microbeads from personal care products, industrial resin pellets, synthetic textile fibers, and particles from tire and road wear. These materials are commonly released through wastewater effluent, stormwater runoff, or atmospheric deposition [9,16,17]. Secondary microplastics originate from the degradation of packaging waste,

fishing gear, and paints or coatings, which fragment under the influence of sunlight, heat, and mechanical stress [18,19]. Because waste is continually exposed to

weathering, these secondary fragments represent a persistent source of contamination. Table 1 summarizes the major categories of microplastic sources and their typical entry pathways into aquatic environments.

Table 1.

Major sources of microplastics and typical entry pathways into aquatic environments.

Source Category (Type)	Examples	Typical Entry Pathways
Cosmetic products (Primary)	Plastic microbeads in cleansers, scrubs	Wastewater effluent via household drains
Synthetic textiles (Primary)	Polyester and nylon microfibers from clothing	Laundry wastewater (sewage outflow)
Industrial pellets (Primary)	“Nurdles” (raw plastic resin pellets).	Spills during manufacture or transport; storm-water runoff to waters
Tire & road wear (Primary)	Tire rubber dust; road paint flakes	Urban runoff (storm drains); atmospheric deposition of road dust
Packaging waste (Secondary)	Discarded bags, bottles, wrappers (fragments)	Litter washed by rainfall into rivers/oceans; fragmentation in situ
Fishing gear debris (Secondary)	Abandoned nets and lines (ghost gear)	Direct release into the ocean; breakdown and dispersal in marine waters continuously during use and after disposal.
Paints and coatings (Secondary)	Fragments from ship paints, road markings, and building coatings	Weathering and runoff; particles enter waterways from peeling or abrasion
Atmospheric fallout (Primary & Secondary)	Airborne fibers and dust from textiles, tires, industrial sources	Deposition via gravity or rain; reaches water bodies even in remote regions

3. Environmental Pathways, Transport, and Human Exposure to Microplastics

Once released, microplastics undergo complex transport across terrestrial, aquatic, and atmospheric systems before entering the human body through ingestion, inhalation, or, less commonly, dermal contact (Figure 1). Rivers are primary conduits, carrying microplastics from untreated sewage, stormwater runoff, and direct dumping into lakes and oceans [2]. During

downstream transport, plastics fragment further, remaining suspended for long distances. Elevated microplastic concentrations have been observed in urban river estuaries, such as the Huangpu River in China [20]. Lakes and reservoirs function both as sinks and sources: calm waters facilitate sediment deposition, while resuspension events reintroduce microplastics into circulation. For example, the Great Lakes contain significant microplastic loads in both surface waters and sediments [21].

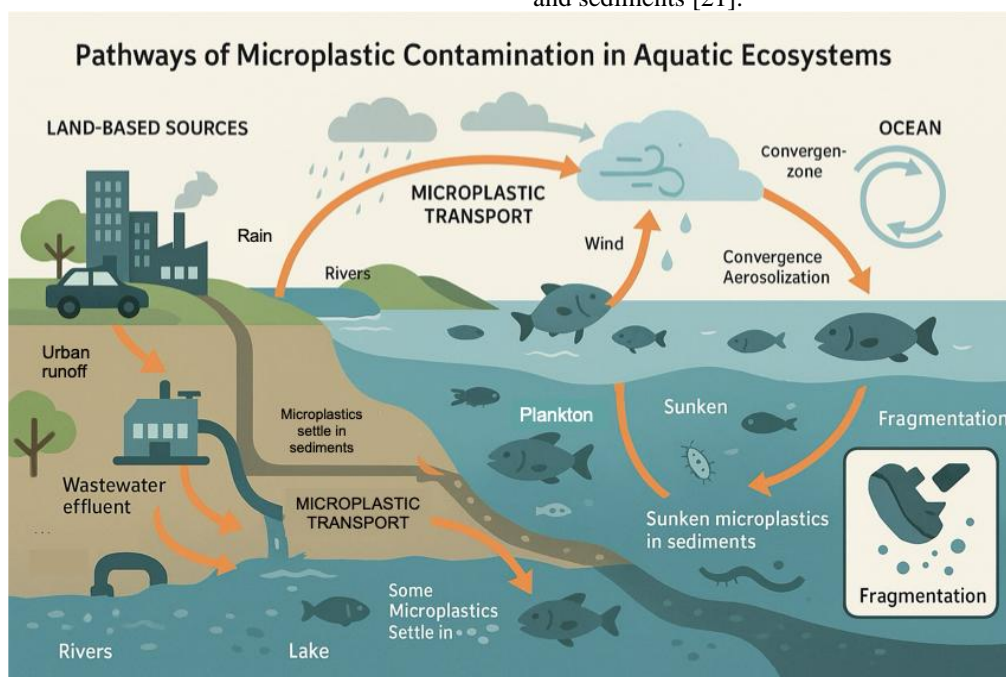


Figure 1. Schematic illustration of microplastic transport pathways.

In marine environments, microplastics disperse widely via ocean currents, often accumulating in subtropical gyres. Biofouling and aggregation with organic matter cause many particles to sink, contributing to long-term storage in deep-sea sediments [22]. Coastal zones, particularly beaches and mudflats near cities, show the highest concentrations due to combined land-based inputs and hydrodynamic deposition [2]. Atmospheric transport further contributes to global redistribution, with microplastics detected in rain, snow, and airborne dust, even in remote regions such as the Arctic and Alpine lakes [5,6].

These pathways underlie human exposure routes. Ingestion occurs through contaminated seafood, drinking water, and agricultural products. Microplastics smaller than 50 μm can cross the gastrointestinal barrier, enter systemic circulation, and accumulate in organs. Their detection in human blood and placenta underscores this risk [23]. Inhalation is another major route, as airborne fibers from textiles and road dust are inhaled both indoors and outdoors, reaching deep lung tissue and inducing oxidative stress and inflammation [24]. Dermal exposure is a minor pathway, but it has been shown to induce cytotoxicity and oxidative stress *in vitro* [25], raising concerns about chronic low-level impacts.

4. Toxicological Effects of Microplastics Across Biological Systems

Microplastics exert a wide range of toxicological effects, largely mediated through oxidative stress, inflammation, and disruption of physiological pathways. These impacts extend across multiple organ systems and species, from aquatic organisms to mammals, including humans.

4.1. Oxidative Stress and Inflammation

Oxidative stress represents a fundamental mechanism underlying the toxicity of microplastics. In mammalian models, chronic oral administration of polystyrene microplastics (PS-MPs, 0.2–5 μm) induced elevated reactive oxygen species (ROS), intestinal barrier disruption, and inflammatory infiltration, mediated by the activation of NF- κB and the NLRP3 inflammasome. These pathological changes were partially reversed by antioxidant treatment, highlighting the role of ROS as an initiating factor [26]. Similarly, zebrafish exposed to PS-MPs developed gut inflammation, oxidative damage, and microbial dysbiosis [27]. In fish from coral reef environments, microplastics contaminated with phthalates caused significantly greater oxidative damage compared with virgin microplastics, underscoring the combined role of particle exposure and chemical leachates. Avian studies provide convergent evidence, as chickens chronically exposed to microplastics exhibited cardiac oxidative injury and pyroptotic cell death via gasdermin D pore formation [28]. Co-exposure to chemical toxicants further amplifies these effects, as shown in mouse models of combined microplastics and phthalate exposure [29]. Beyond acute oxidative damage, prolonged exposure to microplastics can overwhelm endogenous antioxidant defenses, leading to sustained activation of inflammatory pathways that perpetuate tissue injury. Increasing evidence suggests that such chronic redox imbalance not

only disrupts cellular homeostasis but may also accelerate aging-related pathologies and predispose organisms to secondary environmental stressors [30].

4.2. Reproductive and Developmental Toxicity

Both male and female reproductive systems are vulnerable to microplastic exposure. In male rodents, the ingestion of PS-MPs significantly reduced sperm quality and testosterone levels, accompanied by testicular atrophy and germ cell apoptosis via p53 activation [31,32]. In female models, microplastics accumulated in ovarian follicles, reducing the pool of developing follicles, inducing granulosa cell apoptosis, and lowering circulating anti-Müllerian hormone, an indicator of ovarian reserve [33]. Developmental toxicity is equally concerning. Pregnant mice exposed to microplastics exhibited increased embryo resorption, impaired placental vascularization, and immune imbalance at the maternal–fetal interface, marked by excessive T-cell infiltration and diminished natural killer cell activity [34,35].

In aquatic models, microplastics disrupt endocrine signaling and reproduction across generations. Zebrafish exposed to microplastics exhibited reduced egg production and decreased hatchability in offspring, effects mediated by altered hypothalamic–pituitary–gonadal (HPG) axis regulation. At the embryonic stage, nanoplastic exposure delayed hatching, impaired cardiac development, and triggered DNA damage responses [36,37]. Microplastic-induced reproductive toxicity may involve epigenetic alterations, including DNA methylation and histone modification, which could transmit adverse effects across generations. Moreover, embryonic and fetal exposures raise the possibility of developmental programming, wherein early-life microplastic insult predisposes offspring to long-term endocrine and metabolic disorders [38].

4.3. Neurotoxicity and Behavioral Effects

Nanoplastics are capable of breaching critical physiological barriers, including the blood–brain barrier (BBB), thereby directly exposing neural tissue to exogenous particles. Shan et al. demonstrated that 50 nm PS-NPs penetrated the BBB in mice, where they accumulated in the hippocampus and cortex. Within these regions, microglial activation led to sustained neuroinflammation, neuronal injury, and increased BBB permeability, indicating both direct and indirect neurotoxic mechanisms [39]. Chen et al. further showed that PS-NPs impair learning and memory through the induction of neuronal cuproptosis, a copper-dependent cell death pathway associated with mitochondrial dysfunction [40]. Similarly, chronic inhalation of polyethylene microplastics caused structural disruption of BBB integrity, decreased expression of brain-derived neurotrophic factor (BDNF), and progressive neuronal degeneration, reinforcing concerns about long-term neurological risks [41].

In aquatic organisms, neurobehavioral outcomes are particularly pronounced, with implications for survival and ecological balance. Zebrafish larvae exposed to nanoplastics displayed altered locomotor behavior ranging from hyperactivity to reduced motility, linked to dysregulation of neurotransmitter-related gene expression and oxidative stress in neural tissue [42].

Long-term exposure to weathered microplastics in adult zebrafish led to anxiety-like behaviors, reduced exploratory activity, and mitochondrial dysfunction in brain cells [43]. Field studies confirm these laboratory observations: in wild European seabass, microplastics were detected in brain tissue and correlated with reduced acetylcholinesterase activity, suggesting impaired cholinergic signaling [44]. Collectively, these findings demonstrate that microplastics not only cross into neural tissues but also interfere with neuronal homeostasis, leading to measurable behavioral impairments across taxa.

4.4. Immunotoxicity and Susceptibility to Infections

Microplastic exposure has been increasingly linked to immune dysregulation, with evidence spanning aquatic and mammalian systems. In fish, González-Fernández and Cuesta (2022) demonstrated that nanoplastics particles suppressed the expression of antiviral genes such as Mx and ISG15, significantly increasing susceptibility to nodavirus infection. This suppression translated into higher viral loads and more severe neurological disease, providing direct evidence that microplastics can compromise host antiviral defenses [45].

In mammalian models, microplastics have been shown to facilitate the colonization of pathogens. Tong et al. reported that PS-MPs enhanced *Helicobacter pylori* adhesion to gastric epithelial cells by acting as physical substrates, thereby accelerating bacterial colonization and aggravating gastritis. Microplastics have also been shown to exacerbate inflammatory conditions [46]. In colitis-prone mice, Liu et al. found that microplastic exposure intensified mucosal damage, disrupted epithelial integrity, increased secretion of pro-inflammatory cytokines such as IL-6 and TNF- α , and caused microbial dysbiosis, thereby amplifying disease severity [47].

Respiratory exposure provides further evidence of immune disruption. Bishop et al. demonstrated that mice co-exposed to microplastics and SARS-CoV-2 exhibited dysregulated immune responses characterized by initial suppression of interferon pathways followed by excessive late-stage cytokine release. This biphasic response not only impaired viral clearance but also promoted tissue damage resembling cytokine storm syndromes [48]. Together, these findings suggest that microplastics can compromise both innate and adaptive immunity, reduce host resistance to infection, and exacerbate inflammatory diseases, thereby representing a multifaceted immunotoxic threat.

4.5. Fibrosis, Carcinogenesis, and Long-Term Risks

Chronic microplastic exposure is increasingly associated with fibrotic remodeling and potential carcinogenic outcomes. In rodent models, ingestion of polyethylene and PS-MPs induced hepatic steatosis, inflammatory infiltration, and progressive fibrosis, with transcriptomic analyses pointing to altered lipid metabolism and xenobiotic stress pathways rather than acute ROS production as primary drivers [49,50]. Inhalation studies similarly demonstrate that microplastics persist in lung tissue, where they accumulate within alveolar

spaces, trigger macrophage activation, and lead to the formation of granulomas and interstitial fibrosis [51].

Human data, though limited, lend support to these concerns. Bruno et al. reported the presence of microplastics in human colorectal tumors at significantly higher levels than in adjacent healthy tissue, raising the possibility of selective accumulation within tumor microenvironments [52]. Microplastics may contribute indirectly to carcinogenesis by maintaining a chronic inflammatory milieu, promoting fibrosis, and serving as carriers for carcinogenic chemicals that adsorb to their surfaces. Although direct causal links between microplastics and human cancer remain to be established, the convergence of experimental and clinical evidence suggests that chronic exposure may represent a hidden carcinogenic risk that warrants further investigation [53].

5. Emerging Technologies for Microplastic Mitigation

Addressing microplastic pollution requires solutions that extend beyond conventional waste reduction and treatment strategies. Recent advances have focused on biological, physical, and nature-based approaches aimed at degrading or removing microplastics from aquatic environments. This section reviews the most promising technological directions, highlighting their mechanisms, current limitations, and potential for real-world application.

5.1. Enzymatic and Microbial Degradation of Plastics

Biodegradation at the molecular level has emerged as a promising strategy for mitigating microplastics. Certain bacteria and fungi possess enzymes capable of depolymerizing plastics, with polyethylene terephthalate (PET) being one of the most studied substrates. The bacterium *Ideonella sakaiensis*, for instance, produces PETase, an enzyme that can metabolize PET plastic [54]. Building on this discovery, bioengineers applied machine learning to engineer an enhanced variant, FAST-PETase, which depolymerizes PET into its monomers within 24 hours under moderate conditions [55]. Unlike traditional recycling methods, enzymatic degradation operates at ambient temperatures and requires less energy, offering a sustainable alternative that could be integrated into industrial recycling or environmental remediation.

Other biological systems are also under investigation. Wax worm larvae (*Galleria mellonella*) produce saliva enzymes capable of oxidizing and depolymerizing polyethylene (PE) within hours at room temperature [56]. This unexpected capability suggests that insect-derived enzymes may provide a low-cost approach for degrading resistant plastics. Parallel studies continue to uncover novel microbial enzymes, with large-scale metagenomic surveys identifying thousands of potential variants adapted to diverse environments [57]. Some microbes have demonstrated activity against notoriously recalcitrant polymers such as polyurethane [58]. Combinatorial approaches are also emerging engineered “super-enzymes” that link multiple catalytic units and have shown enhanced efficiency, breaking down PET significantly faster than individual enzymes alone [59].

The key challenge remains scalability. Effective deployment would require large-scale enzyme production and immobilization within bioreactors or filtration systems to process continuous water flows. Nonetheless, progress in enzyme engineering and synthetic biology highlights the promise of bio-inspired remediation strategies.

5.2. Advanced Separation and Filtration Methods

Physical and chemical separation technologies aim to capture microplastics before they disperse

widely or enter food webs. While conventional filters such as sand and membranes can remove some particles, clogging and high operational costs limit their large-scale use. Emerging approaches apply novel physical forces or engineered materials to overcome these constraints. Figure 2 provides schematic illustrations of four representative advanced separation and filtration methods that exemplify the diverse engineering approaches currently being explored for efficient removal of microplastics.

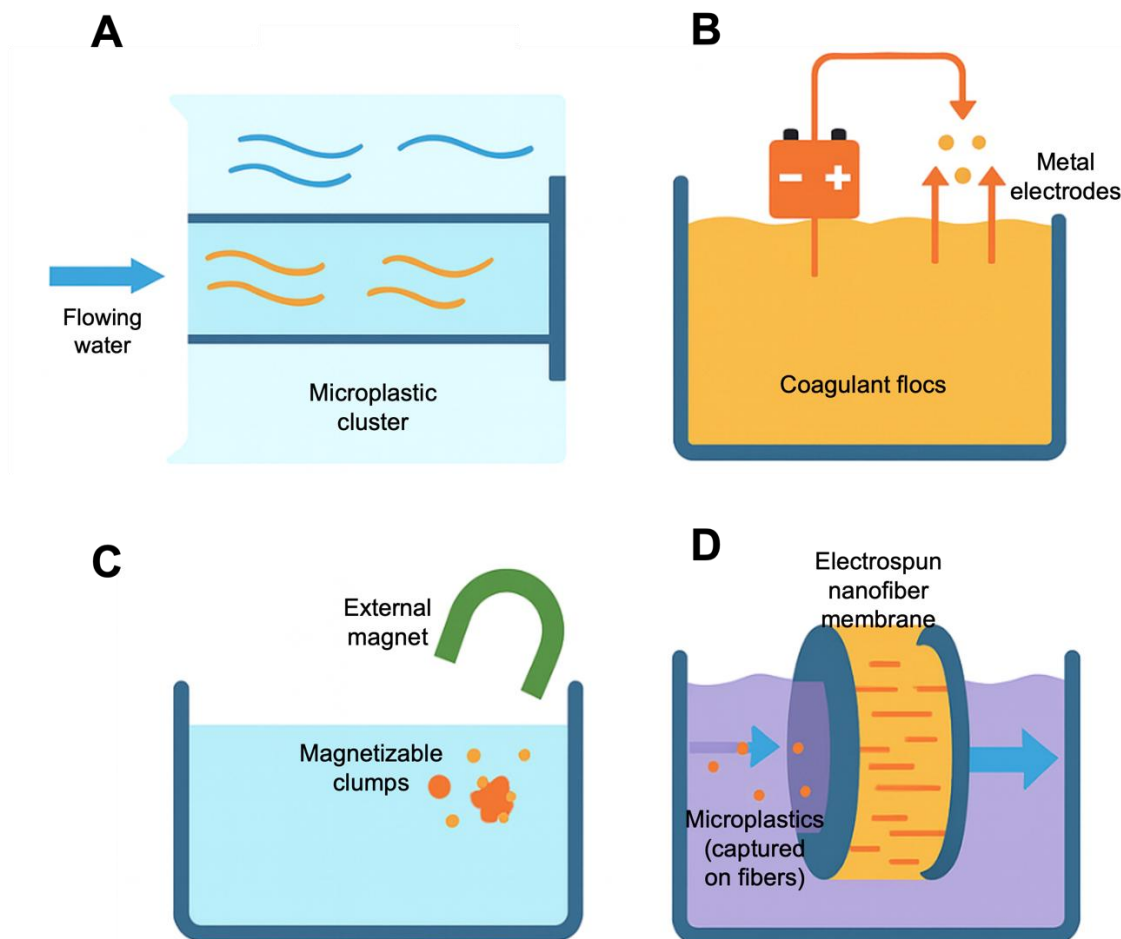


Figure 2. Schematic illustration comparing advanced separation and filtration methods for microplastic removal: (A) Acoustic (Ultrasound) Aggregation; (B) Electro-Coagulation; (C) Magnetic Nanoparticle Capture; and (D) Nanofiber Membrane Filters.

5.2.1. Acoustic (Ultrasound) Aggregation

Sound waves can be used to herd microplastic particles together in flowing water. Researchers built a two-stage ultrasonic device that sends pulsing ultrasound through water in steel tubes, causing suspended microplastics to migrate and cluster along pressure nodes. In tests with real water samples, this acoustic method concentrated microplastics to the sides of a flow tube, so that “clean” water could exit separately and the dense microplastic slurry could be collected. The technique exploits acoustic radiation forces: much like loud music can vibrate dust particles into clumps, high-frequency ultrasound can push plastic fragments to aggregate. A key advantage is that no physical filter mesh is required, so there is less risk of clogging by debris. The prototype acoustic separator achieved a

high removal efficiency for particles ranging from tens of microns to a few hundred microns in size, and it can handle substantial flow rates by adjusting the tube dimensions and power input [60].

5.2.2. Electro-Coagulation

Another emerging solution uses electrical currents to remove microplastics via in situ coagulation and flotation. In an electrocoagulation system, metal electrodes (e.g. iron or aluminum plates) are placed in the water and a voltage is applied. This causes the electrodes to release metal ions (coagulant precursors) and generate gas bubbles. The metal ions neutralize and clump microplastic particles into larger flocs, which can then be floated to the surface by the bubbles (electro-flotation) and skimmed off. Laboratory studies of electrocoagulation report very high efficacy – one

study achieved 99.2% removal of microplastic microbeads at neutral pH, and others saw on the order of 98–99% microplastic removal in treated wastewater [61]. This performance exceeds most conventional chemical coagulant methods. Importantly, electrocoagulation can target even microscopic particles by charge neutralization, and does not require added chemicals (the coagulant is generated electrically from the sacrificial anodes). The trade-offs include energy consumption and the production of a concentrated sludge that contains the microplastics and metal hydroxides. Nonetheless, electrocoagulation is being explored as an add-on polishing step in wastewater treatment or for cleaning industrial effluents, given its promising ability to capture even the tiniest plastic fragments.

5.2.3. Magnetic Nanoparticle Capture

A more futuristic method uses specially coated magnetic nanoparticles to round up microplastics. Researchers have developed superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPIONs), essentially very fine rust particles (~20-30 nm), functionalized to bind strongly to plastic surfaces. When mixed into contaminated water, these iron oxide nanoparticles attach onto microplastic pieces and cause them to stick together into magnetizable clumps, which can then be extracted with a magnetic field. Laboratory experiments have demonstrated that this approach can remove a significant fraction of microplastics from water, with one trial achieving a removal rate of up to approximately 92% of microplastic particles in seawater [62]. Notably, even microplastics much larger than the nanoparticles can be captured by this “smart rust” technique, as the tiny magnetic particles pepper the surface of the plastic and effectively make the whole particle responsive to magnets. While the removal efficiency in ideal conditions is high, researchers caution that this method raises serious environmental safety and scaling concerns [63]. Any nanoparticles that fail to be recaptured would themselves remain in the environment as a new pollutant, and these nanoparticles could be even more mobile and biologically active than the microplastics they target. Moreover, treating large volumes of water would require producing and later recovering massive quantities of magnetic nanoparticles, for example, on the order of millions of tons of nanoparticles to treat just 1% of global wastewater, which may be economically and ecologically infeasible.

5.2.4. Nanofiber Membrane Filters

Improvements in filtration technology itself are also emerging. Researchers are designing ultra-fine electrospun nanofiber membranes that can physically filter out microplastics, including particles and fibers in the micron and nanometer range. These membranes are made by forming a dense mesh of polymer fibers with diameters on the order of tens to hundreds of nanometers, creating pores small enough to trap tiny plastic debris. Compared to conventional filters, nanofiber membranes offer high surface area and tunable surface chemistry (they can be made hydrophobic or given charges to attract plastic particles). Recent studies report that such membranes can achieve > 90% removal of micro- and nanoplastic contaminants in water. For instance, one electrospun polyurethane nanofiber filter

could remove about 90% of 50 nm plastic nanoparticles from water in tests [64]. Some hybrid nanofiber filters are also loaded with sorbents or catalysts to capture not only plastic particles but also associated pollutants (like dyes or plastic additives).

5.3. Nature-Based Filtration and Bio-remediation

Beyond engineered technologies, nature-based strategies are gaining attention as sustainable approaches for mitigating microplastic pollution, leveraging the filtering capacities of organisms and ecosystems while simultaneously providing ecological co-benefits. Filter-feeding bivalves such as mussels and oysters are especially promising, as a single mussel can filter up to 40-75 liters of water daily, capturing suspended particles including microplastics. Once ingested, these particles are bound within feces and pseudofeces and excreted as biodeposits, which can be collected and removed from the water. Pilot studies and modeling suggest that mussel colonies deployed at sufficient densities could reduce microplastic concentrations in enclosed water bodies by as much as 25% over time, though large-scale implementation would require infrastructure to harvest biodeposits and prevent reintroduction of pollutants into the food web [65]. Coastal vegetation also acts as a natural sink. Mediterranean seagrass meadows, particularly *Posidonia oceanica*, produce fibrous aggregates known as Neptune balls that entangle plastic particles during their formation. These aggregates are often washed ashore during storms, carrying entrapped plastics with them. A 2021 study estimated that seagrass meadows around the Balearic Islands may remove nearly 900 million plastic items annually through this mechanism [66]. This process not only contributes to the removal of microplastics but also enhances biodiversity and shoreline stability, underscoring the dual ecological benefits of such systems. Other filter-feeding organisms, including sponges, bryozoans, and certain fish species, also ingest or trap microplastics, suggesting that controlled bioremediation systems could be designed to exploit their natural behaviors; however, the risks of bioaccumulation and trophic transfer must be carefully managed. On a microbial scale, biofilms that colonize plastic surfaces increase particle density, often causing plastics to sink and settle into sediments, where further biodegradation or engineered recovery becomes feasible [67]. While biofilm-driven sedimentation does not eliminate microplastics outright, it alters their distribution and can synergize with other remediation strategies. Overall, nature-based filtration and bioremediation offer low-energy, environmentally regenerative methods that complement physical and chemical approaches, yet their success depends on ensuring that captured particles are effectively collected, ecological impacts are minimized, and systems are scaled in a way that balances remediation with ecosystem health.

5.4. Sediment Cleanup and Microplastic Recovery Technologies

A significant proportion of microplastics eventually accumulate in sediments on beaches, riverbeds, and the seafloor, where their retrieval is notoriously dif-

ficult due to small particle size, compositional heterogeneity, and entanglement with organic matter. Because sediments act as both long-term sinks and potential secondary sources through resuspension, effective remediation is essential to prevent reintroduction into aquatic systems. Several technological approaches have been developed to address this challenge. Mechanical separation devices, such as Hoola One, exemplify promising large-scale interventions. This Canadian-engineered prototype combines industrial-scale vacuuming with density-based separation, allowing sand and seawater slurry to be processed at approximately three gallons per minute. Plastics are isolated through buoyancy differences, while clean sand is immediately returned to the beach. Field trials on Kamilo Beach, Hawaii, demonstrated that the device successfully removed more than 100 kilograms of microplastics within two weeks, covering about 1,000 square feet of beach per hour without causing long-term substrate damage [68,69]. For submerged sediments, experimental solutions include diver-operated and robotic systems that fluidize sand through air or water injection, lifting lighter particles for capture, as well as modified dredging technologies designed to selectively remove plastics rather than indiscriminately extracting entire sediment layers. In parallel, magnetic-assisted recovery is being investigated, in which microplastics are rendered magnetically responsive by coating them with functionalized nanoparticles, enabling their collection via magnetic fields. While laboratory results confirm technical feasibility, concerns remain about scalability, energy demand, and the environmental fate of nanoparticles that may escape recovery.

Despite encouraging progress, sediment cleanup technologies face substantial barriers to widespread adoption. The heterogeneity of plastic shapes and densities complicates the efficiency of separation, while large-scale operations risk disturbing benthic ecosystems. Moreover, the cost of equipment and labor-intensive deployment poses practical challenges for sustained implementation. Nonetheless, these strategies provide an important complement to water-column interventions by targeting microplastics at their most persistent reservoirs. As these technologies mature, their integration with ecological monitoring and adaptive management will be critical to balance removal efficiency with ecosystem preservation, ensuring that remediation efforts are both scientifically rigorous and environmentally sustainable.

6. Future Perspectives

Emerging technologies for microplastic mitigation hold significant promise but remain in the early stages of development. Progress will likely depend on integrating complementary solutions, such as hybrid systems that combine physical capture with enzymatic or microbial degradation, or the pairing of engineered devices with ecological filters like mussel beds or seagrass meadows. Such approaches ensure not only the removal but also the breakdown of particles, thereby reducing the risk of secondary waste [55,65]. Scaling these innovations to real-world conditions, from wastewater treatment facilities to coastal ecosys-

tems, will require standardized testing protocols to enable fair performance comparisons and ensure ecological safety [64]. Policy and regulation will be equally critical: governments can accelerate adoption through discharge limits, subsidies, and global monitoring standards, while safeguarding against the unintended consequences of novel technologies, such as magnetic nanoparticles or advanced coagulants [63,66]. Ultimately, the most sustainable path forward lies in combining technology, ecology, and policy with upstream efforts to reduce plastic production and use at the source [59,67].

7. Conclusion

This study underscores that microplastic pollution has become a pervasive environmental contaminant with far-reaching biological implications. Drawing on evidence from diverse organisms, the findings reveal that microplastics induce oxidative stress, inflammation, and toxicity that can impair reproduction, disrupt development, and even provoke neurotoxic and immunological effects. These toxicological insights, particularly from Sections 4 and 5, underscore the fact that microplastics pose not only an ecological threat to aquatic ecosystems but also a potential public health risk through bioaccumulation and exposure. At the same time, the manuscript highlights a promising array of emerging mitigation strategies, including advanced filtration technologies, novel catalytic and enzymatic degradation methods, and nature-based filtration with organisms, that collectively mark significant progress toward reducing microplastic contamination in water and sediments. By integrating these innovative solutions with proactive policy measures and ongoing research, the paper presents a forward-looking perspective, emphasizing that a combination of scientific innovation, interdisciplinary collaboration, and preventive management will be crucial for safeguarding environmental and biological systems from the long-term risks associated with microplastic pollution.

Author contributions

HK: Conceptualization, Data curation, and Writing-original draft; MW: Conceptualization, Validation, Visualization, Writing-review & editing, and Supervision. All authors read and approved the submitted version.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Funding

Not applicable.

References

1. United Nations Environment Programme (UNEP). More than 400 million tonnes of plastic is produced every year worldwide, half of which is designed to be used only once.... In: World Environment Day 2023 Press Release. 2 Feb 2023.
2. Witczak A, Przedpeńska L, Pokorska-Niewiada K, Cybulski J. Microplastics as a Threat to Aquatic Ecosystems and Human Health. *Toxics*. 2024;12: 571. doi: 10.3390/toxics12080571
3. European Environment Agency (EEA). Microplastics from Textiles: Towards a Circular Economy

- for Textiles in Europe. Luxembourg; 2022. doi: 10.2800/863646
4. Barrett J, Chase Z, Zhang J, Holl MMB, Willis K, Williams A, et al. Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments from the Great Australian Bight. *Front Mar Sci.* 2020;7. doi: 10.3389/fmars.2020.576170
 5. Bergmann M, Mützel S, Primpke S, Tekman MB, Trachsel J, Gerdtz G. White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic. *Sci Adv.* 2019;5. doi: 10.1126/sciadv.aax1157
 6. Mutshewa T, Mulaudzi F, Maiyana VP, Mofu L, Munyai LF, Murungweni FM. Atmospheric deposition of microplastics in urban, rural, forest environments: A case study of Thulamela Local Municipality. *PLoS One.* 2025;20: e0313840. doi: 10.1371/journal.pone.0313840
 7. Meijer LJJ, van Emmerik T, van der Ent R, Schmidt C, Lebreton L. More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Sci Adv.* 2021;7. doi: 10.1126/sciadv.aaz5803
 8. Lebreton LCM, van der Zwet J, Damsteeg J-W, Slat B, Andrady A, Reisser J. River plastic emissions to the world's oceans. *Nat Commun.* 2017;8: 15611. doi: 10.1038/ncomms15611
 9. Allen S, Allen D, Phoenix VR, Le Roux G, Durántez Jiménez P, Simonneau A, et al. Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. *Nat Geosci.* 2019;12: 339–344. doi: 10.1038/s41561-019-0335-5
 10. Auta HS, Emenike CU, Fauziah SH. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environ Int.* 2017;102: 165–176. doi: 10.1016/j.envint.2017.02.013
 11. Wright SL, Kelly FJ. Plastic and Human Health: A Micro Issue? *Environ Sci Technol.* 2017;51: 6634–6647. doi: 10.1021/acs.est.7b00423
 12. Cox KD, Covernton GA, Davies HL, Dower JF, Juanes F, Dudas SE. Human Consumption of Microplastics. *Environ Sci Technol.* 2019;53: 7068–7074. doi: 10.1021/acs.est.9b01517
 13. Prata JC, da Costa JP, Lopes I, Duarte AC, Rocha-Santos T. Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of The Total Environment.* 2020;702: 134455. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134455
 14. Song J, Wang C, Li G. Defining Primary and Secondary Microplastics: A Connotation Analysis. *ACS ES&T Water.* 2024;4: 2330–2332. doi: 10.1021/acsestwater.4c00316
 15. Chamas A, Moon H, Zheng J, Qiu Y, Tabasum T, Jang JH, et al. Degradation Rates of Plastics in the Environment. *ACS Sustain Chem Eng.* 2020;8: 3494–3511. doi: 10.1021/acssuschemeng.9b06635
 16. Napper IE, Bakir A, Rowland SJ, Thompson RC. Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. *Mar Pollut Bull.* 2015;99: 178–185. doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.029
 17. Boucher J, Friot D. Primary microplastics in the oceans: A global evaluation of sources. IUCN International Union for Conservation of Nature; 2017. doi: 10.2305/IUCN.CH.2017.01.en
 18. Wright LS, Napper IE, Thompson RC. Potential microplastic release from beached fishing gear in Great Britain's region of highest fishing litter density. *Mar Pollut Bull.* 2021;173: 113115. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.113115
 19. Sun J, Zheng H, Xiang H, Fan J, Jiang H. The surface degradation and release of microplastics from plastic films studied by UV radiation and mechanical abrasion. *Science of The Total Environment.* 2022;838: 156369. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.156369
 20. Boateng CM, Addo S, Duodu CP, Danso-Abbeam H, Agyeman PC, Anyan KF, et al. Microplastics in the Volta Lake: Occurrence, distribution, and human health implications. *Heliyon.* 2024;10: e29041. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e29041
 21. Grbić J, Helm P, Athey S, Rochman CM. Microplastics entering northwestern Lake Ontario are diverse and linked to urban sources. *Water Res.* 2020;174: 115623. doi: 10.1016/j.watres.2020.115623
 22. Harris PT, Maes T, Raubenheimer K, Walsh JP. A marine plastic cloud - Global mass balance assessment of oceanic plastic pollution. *Cont Shelf Res.* 2023;255: 104947. doi: 10.1016/j.csr.2023.104947
 23. Leslie HA, van Velzen MJM, Brandsma SH, Vethaak AD, Garcia-Vallejo JJ, Lamoree MH. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environ Int.* 2022;163: 107199. doi: 10.1016/j.envint.2022.107199
 24. Baeza-Martínez C, Olmos S, González-Pleiter M, López-Castellanos J, García-Pachón E, Masiá-Canuto M, et al. First evidence of microplastics isolated in European citizens' lower airway. *J Hazard Mater.* 2022;438: 129439. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.129439
 25. Mattioda V, Benedetti V, Tessarolo C, Oberto F, Favole A, Gallo M, et al. Pro-Inflammatory and Cytotoxic Effects of Polystyrene Microplastics on Human and Murine Intestinal Cell Lines. *Biomolecules.* 2023;13: 140. doi: 10.3390/biom13010140
 26. Zeng G, Li J, Wang Y, Su J, Lu Z, Zhang F, et al. Polystyrene microplastic-induced oxidative stress triggers intestinal barrier dysfunction via the NF- κ B/NLRP3/IL-1 β /MCLK pathway. *Environmental Pollution.* 2024;345: 123473. doi: 10.1016/j.envpol.2024.123473
 27. Qiao R, Sheng C, Lu Y, Zhang Y, Ren H, Lemos B. Microplastics induce intestinal inflammation, oxidative stress, and disorders of metabolome and microbiome in zebrafish. *Science of The Total Environment.* 2019;662: 246–253. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.245
 28. Zhang Y, Yin K, Wang D, Wang Y, Lu H, Zhao H, et al. Polystyrene microplastics-induced cardiotoxicity in chickens via the ROS-driven NF- κ B-NLRP3-GSDMD and AMPK-PGC-1 α axes. *Science of The Total Environment.* 2022;840: 156727. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.156727
 29. Li S, Gu X, Zhang M, Jiang Q, Xu T. Di (2-ethylhexyl) phthalate and polystyrene microplastics co-exposure caused oxidative stress to activate NF- κ B/NLRP3 pathway aggravated pyroptosis and inflam-

- mation in mouse kidney. *Science of The Total Environment*. 2024;926: 171817. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.171817
30. Kadam-Czapska K, Oško J, Knez E, Grembecka M. Microplastics and Oxidative Stress—Current Problems and Prospects. *Antioxidants*. 2024;13: 579. doi: 10.3390/antiox13050579
31. Hou B, Wang F, Liu T, Wang Z. Reproductive toxicity of polystyrene microplastics: In vivo experimental study on testicular toxicity in mice. *J Hazard Mater*. 2021;405: 124028. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.124028
32. Jin H, Ma T, Sha X, Liu Z, Zhou Y, Meng X, et al. Polystyrene microplastics induced male reproductive toxicity in mice. *J Hazard Mater*. 2021;401: 123430. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123430
33. An R, Wang X, Yang L, Zhang J, Wang N, Xu F, et al. Polystyrene microplastics cause granulosa cells apoptosis and fibrosis in ovary through oxidative stress in rats. *Toxicology*. 2021;449: 152665. doi: 10.1016/j.tox.2020.152665
34. Hu J, Qin X, Zhang J, Zhu Y, Zeng W, Lin Y, et al. Polystyrene microplastics disturb maternal-fetal immune balance and cause reproductive toxicity in pregnant mice. *Reproductive Toxicology*. 2021;106: 42–50. doi: 10.1016/j.reprotox.2021.10.002
35. Bai J, Wang Y, Deng S, Yang Y, Chen S, Wu Z. Microplastics caused embryonic growth retardation and placental dysfunction in pregnant mice by activating GRP78/IRE1 α /JNK axis induced apoptosis and endoplasmic reticulum stress. *Part Fibre Toxicol*. 2024;21: 36. doi: 10.1186/s12989-024-00595-5
36. Kim J-H, Yu Y-B, Choi J-H. Toxic effects on bioaccumulation, hematological parameters, oxidative stress, immune responses and neurotoxicity in fish exposed to microplastics: A review. *J Hazard Mater*. 2021;413: 125423. doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.125423
37. Feng M, Luo J, Wan Y, Zhang J, Lu C, Wang M, et al. Polystyrene Nanoplastic Exposure Induces Developmental Toxicity by Activating the Oxidative Stress Response and Base Excision Repair Pathway in Zebrafish (*Danio rerio*). *ACS Omega*. 2022;7: 32153–32163. doi: 10.1021/acsomega.2c03378
38. Zurub RE, Cariaco Y, Wade MG, Bainbridge SA. Microplastics exposure: implications for human fertility, pregnancy and child health. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024;14. doi: 10.3389/fendo.2023.1330396
39. Shan S, Zhang Y, Zhao H, Zeng T, Zhao X. Polystyrene nanoplastics penetrate across the blood-brain barrier and induce activation of microglia in the brain of mice. *Chemosphere*. 2022;298: 134261. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.134261
40. Chen Y, Nan Y, Xu L, Dai A, Orteg RMM, Ma M, et al. Polystyrene nanoplastics exposure induces cognitive impairment in mice via induction of oxidative stress and ERK/MAPK-mediated neuronal cuproptosis. *Part Fibre Toxicol*. 2025;22: 13. doi: 10.1186/s12989-025-00633-w
41. Forutan G, Sarkaki A, Dehbandi R, Ghafouri S, Hajipour S, Farbood Y. Chronic Exposure to Microplastics Induces Blood–Brain Barrier Impairment, Oxidative Stress, and Neuronal Damage in Rats. *Mol Neurobiol*. 2025. doi: 10.1007/s12035-025-05157-0
42. Mattsson K, Johnson E V., Malmendal A, Linse S, Hansson L-A, Cedervall T. Brain damage and behavioural disorders in fish induced by plastic nanoparticles delivered through the food chain. *Sci Rep*. 2017;7: 11452. doi: 10.1038/s41598-017-10813-0
43. Félix L, Carreira P, Peixoto F. Effects of chronic exposure of naturally weathered microplastics on oxidative stress level, behaviour, and mitochondrial function of adult zebrafish (*Danio rerio*). *Chemosphere*. 2023;310: 136895. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.136895
44. Barboza LGA, Otero XL, Fernández E V., Vieira LR, Fernandes JO, Cunha SC, et al. Are microplastics contributing to pollution-induced neurotoxicity? A pilot study with wild fish in a real scenario. *Heliyon*. 2023;9: e13070. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e13070
45. González-Fernández C, Cuesta A. Nanoplastics Increase Fish Susceptibility to Nodavirus Infection and Reduce Antiviral Immune Responses. *Int J Mol Sci*. 2022;23: 1483. doi: 10.3390/ijms23031483
46. Tong X, Li B, Li J, Li L, Zhang R, Du Y, et al. Polyethylene microplastics cooperate with *Helicobacter pylori* to promote gastric injury and inflammation in mice. *Chemosphere*. 2022;288: 132579. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.132579
47. Liu S, Li H, Wang J, Wu B, Guo X. Polystyrene microplastics aggravate inflammatory damage in mice with intestinal immune imbalance. *Science of The Total Environment*. 2022;833: 155198. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.155198
48. Bishop CR, Yan K, Nguyen W, Rawle DJ, Tang B, Larcher T, et al. Microplastics dysregulate innate immunity in the SARS-CoV-2 infected lung. *Front Immunol*. 2024;15. doi: 10.3389/fimmu.2024.1382655
49. Djouina M, Waxin C, Dubuquoy L, Launay D, Vignal C, Body-Malapel M. Oral exposure to polyethylene microplastics induces inflammatory and metabolic changes and promotes fibrosis in mouse liver. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2023;264: 115417. doi: 10.1016/j.ecoenv.2023.115417
50. Li Q, Zhu K, Huang L, Niu X, Li L, Gao L, et al. Polystyrene microplastics induce liver fibrosis and lipid deposition in mice through three hub genes revealed by the RNA-seq. *Sci Rep*. 2025;15: 2583. doi: 10.1038/s41598-025-86810-5
51. Jung W, Yang M-J, Kang M-S, Kim J-B, Yoon K-S, Yu T, et al. Chronic lung tissue deposition of inhaled polyethylene microplastics may lead to fibrotic lesions. *Toxicol Rep*. 2025;15: 102111. doi: 10.1016/j.toxrep.2025.102111
52. Bruno A, Dovizio M, Milillo C, Aruffo E, Pesce M, Gatta M, et al. Orally Ingested Micro- and Nano-Plastics: A Hidden Driver of Inflammatory Bowel Disease and Colorectal Cancer. *Cancers (Basel)*. 2024;16: 3079. doi: 10.3390/cancers16173079
53. Dzierżyński E, Gawlik PJ, Puźniak D, Flieger W, Józwiak K, Teresiński G, et al. Microplastics in the

Human Body: Exposure, Detection, and Risk of Carcinogenesis: A State-of-the-Art Review. *Cancers* (Basel). 2024;16: 3703. doi: 10.3390/cancers16213703

54. Yoshida S, Hiraga K, Takehana T, Taniguchi I, Yamaji H, Maeda Y, et al. A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate). *Science* (1979). 2016;351: 1196–1199. doi: 10.1126/science.aad6359

55. Lu H, Diaz DJ, Czarnecki NJ, Zhu C, Kim W, Shroff R, et al. Machine learning-aided engineering of hydrolases for PET depolymerization. *Nature*. 2022;604: 662–667. doi: 10.1038/s41586-022-04599-z

56. Sanluis-Verdes A, Colomer-Vidal P, Rodriguez-Ventura F, Bello-Villarino M, Spinola-Amilibia M, Ruiz-Lopez E, et al. Wax worm saliva and the enzymes therein are the key to polyethylene degradation by *Galleria mellonella*. *Nat Commun*. 2022;13: 5568. doi: 10.1038/s41467-022-33127-w

57. Zrimec J, Kokina M, Jonasson S, Zorrilla F, Zelezniak A. Plastic-Degrading Potential across the Global Microbiome Correlates with Recent Pollution Trends. *mBio*. 2021;12. doi: 10.1128/mBio.02155-21

58. Espinosa MJC, Blanco AC, Schmidgall T, Atanasoff-Kardjalieff AK, Kappelmeyer U, Tischler D, et al. Toward Biorecycling: Isolation of a Soil Bacterium That Grows on a Polyurethane Oligomer and Monomer. *Front Microbiol*. 2020;11. doi: 10.3389/fmicb.2020.00404

59. Knott BC, Erickson E, Allen MD, Gado JE, Graham R, Kearns FL, et al. Characterization and engineering of a two-enzyme system for plastics depolymerization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020;117: 25476–25485. doi: 10.1073/pnas.2006753117

60. Perera LN, Piyasena ME. Acoustic focusing of microplastics in microfabricated and steel tube devices: An experimental study on the effects from particle size and medium density. *Sep Purif Technol*. 2022;288: 120649. doi: 10.1016/j.seppur.2022.120649

61. Elkhatib D, Oyanedel-Craver V, Carissimi E. Electrocoagulation applied for the removal of microplastics from wastewater treatment facilities. *Sep Purif Technol*. 2021;276: 118877. doi: 10.1016/j.seppur.2021.118877

62. Grbic J, Nguyen B, Guo E, You JB, Sinton D, Rochman CM. Magnetic Extraction of Microplastics from Environmental Samples. *Environ Sci Technol Lett*. 2019;6: 68–72. doi: 10.1021/acs.estlett.8b00671

63. Vohl S, Kristl M, Stergar J. Harnessing Magnetic Nanoparticles for the Effective Removal of Micro- and Nanoplastics: A Critical Review. *Nanomaterials*. 2024;14: 1179. doi: 10.3390/nano14141179

64. Wang R, Zhang L, Chen B, Zhu X. Low-pressure driven electrospun membrane with tuned surface charge for efficient removal of polystyrene nanoplastics from water. *J Memb Sci*. 2020;614: 118470. doi: 10.1016/j.memsci.2020.118470

65. Cole M, Artioli Y, Coppock R, Galli G, Saad R, Torres R, et al. Mussel power: Scoping a nature-based solution to microplastic debris. *J Hazard Mater*. 2023;453: 131392. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.131392

66. Sanchez-Vidal A, Canals M, de Haan WP, Romero J, Veny M. Seagrasses provide a novel ecosystem service by trapping marine plastics. *Sci Rep*. 2021;11: 254. doi: 10.1038/s41598-020-79370-3

67. Lobelle D, Cunliffe M. Early microbial biofilm formation on marine plastic debris. *Mar Pollut Bull*. 2011;62: 197–200. doi: 10.1016/j.marpolbul.2010.10.013

68. Blair A. Hawaii students test beach vacuum for microplastic cleanup. In: *Hawaii News Now* [Internet]. 2019 [cited 2 Sep 2025]. Available: <https://www.hawaiinewsnow.com/2019/05/08/hoola-one-machine/>

69. SurferToday. Hoola One: The beach microplastic vacuum cleaner. In: *Surfertoday.com* [Internet]. 2021 [cited 2 Sep 2025]. Available: <https://www.surfertoday.com/environment/hoola-one-the-beach-microplastic-vacuum-cleaner>

ECONOMIC SCIENCES

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗВИТИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА

Асылбекова Б.С.

*Магистр экономических наук
Доцент Казахстано-Немецкого Университета*

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL CAPITAL

Assylbekova B.

*Master of Economic Sciences
Associate Professor of the Kazakh-German University
DOI: [10.5281/zenodo.17237472](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237472)*

АННОТАЦИЯ

Развитие искусственного интеллекта (ИИ) становится одним из ключевых факторов трансформации образовательных систем во всем мире. Внедрение интеллектуальных технологий затрагивает организацию учебного процесса, управление образовательными структурами, оценку знаний, а также формирование человеческого и интеллектуального капитала. Исследования последних лет демонстрируют, что ИИ не только оптимизирует образовательные практики, но и ставит новые этические и методологические вызовы.

ABSTRACT

The development of artificial intelligence (AI) is becoming one of the key factors in the transformation of educational systems around the world. The introduction of intelligent technologies affects the organization of the educational process, the management of educational structures, the assessment of knowledge, as well as the formation of human and intellectual capital. Research in recent years demonstrates that AI not only optimizes educational practices, but also poses new ethical and methodological challenges.

Ключевые слова: искусственный интеллект, интеллектуальный капитал, чел.

Keywords: artificial intelligence, intellectual capital, human capital, человеческий капитал.

Abidin и соавт. [1] предложили использование алгоритма *Random Forest* для поддержки стратегического планирования в университетах. Модель интеллектуального помощника позволяет образовательным структурам оптимизировать распределение ресурсов и адаптировать учебные программы к потребностям студентов. Это свидетельствует о возрастающей роли ИИ в принятии управленческих решений. Ж.Вегера [6] подчеркивает значимость генеративного ИИ в образовательных практиках. Такие технологии позволяют прогнозировать академическую успеваемость студентов, разрабатывать индивидуальные траектории обучения и повышать качество педагогического дизайна. При этом автор указывает на риски - снижение самостоятельности студентов, вопросы академической честности и необходимость регулирования применения ИИ в учебном процессе. Особое внимание уделяется персонализации образовательного процесса. Nusratov и Murodov [7] отмечают, что ИИ способствует развитию когнитивных навыков учащихся - памяти, критического мышления и способности к решению задач. Использование интеллектуальных тьюторов и адаптивных обучающих систем позволяет подстраивать материал под уровень знаний конкретного студента, что способствует более глубокому усвоению информации. Исследования в Казахстане и Центральной Азии [8] подчеркивают роль ИИ в укреплении интеллектуального капитала через интеграцию науки, образования и бизнеса.

Таким образом, ИИ рассматривается не только как инструмент педагогики, но и как фактор социально-экономического развития.

В Казахстане правительство вкладывает значительные средства в интеграцию искусственного интеллекта в систему образования. Оно планирует потратить 650 миллиардов тенге на исследовательские инициативы, включая организацию курсов по изучению ИИ в университетах с 2024 года. Это отражает национальную стратегию, направленную на модернизацию образования и подготовку рабочей силы, владеющей технологиями ИИ.

Казахстанские университеты начинают внедрять технологии искусственного интеллекта, чтобы не отставать от технического прогресса. Такие вузы, как Казахский национальный университет имени аль-Фараби и Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, внедряют программы, ориентированные на ИИ, включающие обучение интеллектуальным системам репетиторства. Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата также инициировал создание Школы искусственного интеллекта в сотрудничестве с SeoulTech. Эта программа призвана способствовать обмену знаниями между профессорами в области искусственного интеллекта и VR/AR-технологий. Подобные инициативы являются примером того, как целенаправленное обучение может подготовить студентов к будущим рынкам труда и

одновременно решить проблему нехватки квалифицированных кадров в регионе [10]

Казахстан вошёл в топ-50 стран по готовности внедрения ИИ. Среди государств ЦА и ЕАЭС РК уступает лишь России, которая заняла 47-е место с индексом 0,56 балла. Казахстан, соответственно, занял 48-е место с индексом 0,55 балла. Как одно из наиболее перспективных применений ИИ в нашей стране, согласно исследованиям международного консалтингового агентства McKinsey & Company [11], была обозначена трансформация государственных услуг с помощью географических информационных систем и пространственных данных. В частности, был отмечен опыт Казахстана в выявлении и развитии инфраструктуры в сельских поселениях с использованием статистической модели, объединяющей географические, демографические и экономические данные с аналитическими методами. Эта модель проанализировала 6293 сёл, выбрав 3500 с самым высоким потенциалом развития, в которых проживает 90% сельского населения. В результате правительство Казахстана могло бы более эффективно и точно предоставлять основные услуги и инфраструктуру сельским районам.

Одним из перспективных направлений является применение ИИ для автоматизации оценки знаний. Vulut и соавт. [2] описывают возможности интеллектуальных систем по проверке заданий, предоставлению персонализированной обратной связи и прогнозированию результатов. Однако они также обращают внимание на риски предвзятости алгоритмов и необходимость обеспечения прозрачности. Эмпирическое исследование в Университете Багдада [3] показало значимое влияние внедрения

ИИ на качество образовательных услуг (коэффициент корреляции 0,719 при доверительном уровне 99 %). Это подтверждает практическую ценность ИИ как инструмента повышения эффективности образовательных систем.

Мировой опыт также демонстрирует активное внедрение ИИ в образование. В Эстонии с 2025 года запущена программа «AI Lear», направленная на обучение школьников и преподавателей использованию ИИ в учебном процессе [4]. В США университет Duke реализует пилотный проект по интеграции ChatGPT в учебные практики [5]. Эти инициативы подтверждают тенденцию перехода от экспериментов к системному внедрению ИИ в образовательные структуры.

Noruzi, M. R., & Vargas-Hernández, J. G [9] рассматривают интеллектуальный капитал (ИК) как ключ к устойчивому конкурентному преимуществу в условиях экономики знаний. В центре внимания - взаимосвязь между человеческим, структурным и клиентским капиталом, а также роль обучающейся организации как среды, способствующей развитию ИК. Основная идея, ИК как стратегический ресурс, который включает знания, компетенции, бренды, репутация и клиентские отношения рассматриваются как активы, создающие экономическую ценность. Предлагается построение систем управления ИК (Intellectual Capital Management — ICM) на основе формализации знаний, оценки и их стратегического применения. Уделяется внимание проблеме измерения ИК, предлагаются подходы (Balanced Scorecard, компетентностные модели и др.) для практического учета и оценки нематериальных активов.

Сводка тем и направлений исследований

№	Тематика исследования	Краткое содержание
1	ИИ и человеческий капитал	Анализ влияния ИИ на развитие когнитивных навыков и человеческого капитала.
2	Цифровой механизм развития HR с ИИ	Предложение механизмов цифровизации человеческого капитала на уровне государства.
3	Коллаборативный интеллект и цифровая трансформация	Исследование моделей гибридного развития между ИИ и человеческими ресурсами.
4	Интеллектуальный капитал: наука-образование-бизнес	Исследование взаимодействия науки, образования и бизнеса в контексте развития интеллектуального капитала.
5	Применение ИИ в HR, образовании и науке	Рассмотрение практических применений ИИ в разных сферах, влияющих на интеллектуальный капитал.

Таким образом, ИИ рассматривается не только как технологический инструмент, но и как фактор стратегического развития интеллектуального капитала общества. В дальнейшем исследования должны сосредоточиться на вопросах этики, регуляции, а также на подготовке преподавателей и студентов к эффективному и ответственному использованию технологий.

Литература

1. Abidin, M. R. Z., Rahman, F. A., & Hassan, N. A. (2024). Educational strategic assistant using Random Forest machine learning algorithm. *Intelligent*

Systems and Applications in Engineering, 12(2), 57–65. <https://www.ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/5789>

2. Bulut, O., Fang, G., He, Q., & Zhang, M. (2024). Artificial intelligence in educational assessment: Opportunities and challenges. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2406.18900>

3. *Frontiers in Education*. (2024). Impact of artificial intelligence on the quality of educational services: Evidence from the University of Baghdad. *Frontiers in Education*, 9, 1474370. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1474370>

4. The Guardian. (2025, May 26). Estonia eschews phone bans in schools and takes leap into AI. <https://www.theguardian.com/education/2025/may/26/estonia-phone-bans-in-schools-ai-artificial-intelligence>
5. AP News. (2025, January 12). Duke University pilots AI use in education with OpenAI tools. <https://apnews.com/article/e0037fe9d6731010894bb6d4b52f9665>
6. Vegera, Zh. (2024). Применение генеративного искусственного интеллекта (ИИ) для анализа образовательных данных и прогнозирования академической успеваемости студентов. *Education Management Review*, 3(4), 88–95. <https://emreview.ru/index.php/emr/article/view/1702>
7. Нусратов А, Муродов У. (2025). Влияние искусственного интеллекта на когнитивное развитие учащихся. *Science and Technology Journal*, 4(1), 112–120. <https://science-technology.uz/index.php/journal/article/view/388>
8. Bulkhairova, Zh. (2024). Интеллектуальный капитал: интеграция науки, образования и бизнеса. *Вестник НАН РК*, 6(402), 35–42. <https://journals.nauka-nanrk.kz/bulletin-science/article/view/5020>
9. Noruzi, M. R., & Vargas-Hernández, J. G. (2010). How intellectual capital and learning organization can foster organizational competitiveness. *International Journal of Business and Management*, 5(4), 183–193. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v5n4p183>
10. Kairat Kopbayev. Harnessing AI for Inclusive Education: Transforming Learning Experiences in Kazakhstan <https://timesca.com/harnessing-ai-for-inclusive-education-transforming-learning-experiences-in-kazakhstan/>
11. Концепция развития искусственного интеллекта на 2024 – 2029 годы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2400000592>
12. Using AI in economic development: Challenges and opportunities <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/using-ai-in-economic-development-challenges-and-opportunities>

GENDER-BASED INEQUALITY IN THE PRIVATE SECTOR IN GEORGIA

Tavdishvili T.

*Ilia State University, Georgia
Doctor of Business Administration*

Akhalaia K.

*Ilia State University, Georgia
Master of Business Administration*

DOI: [10.5281/zenodo.17237480](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237480)

ABSTRACT

Gender-based wage inequality constitutes one of the most critical socio-economic challenges in contemporary labor markets. Despite the existence of legislation in Georgia aimed at promoting gender equality, as well as the country's commitment to international obligations, available statistical data reveal a significant disparity in the economic status of women and men.

The purpose of this study is to identify the scale and underlying factors of gender inequality in the private sector, as well as to assess the effectiveness of legal and institutional mechanisms. The research employs a mixed methodology: a quantitative survey (185 respondents) and in-depth interviews (6 participants). The results confirm that women are often concentrated in low-paid positions, their education is less likely to translate into career advancement, and promotion processes usually favor men. Interview data further demonstrate that discriminatory practices manifest both at the recruitment stage and within workplace environments and promotion processes.

The findings indicate that gender inequality in Georgia is systemic in nature, and its mitigation requires both stronger public policies and a transformation of organizational culture.

Keywords: gender inequality, wage gap, private sector, labor market, glass ceiling.

Introduction

Gender inequality in the labor market remains one of the major challenges both globally and locally. According to international studies, the economic positions of women and men differ significantly—wages, career opportunities, and working conditions are often distributed unequally by gender (International Labour Organization [ILO], 2022). Such inequality is not only a violation of social justice but also one of the key obstacles to a country's economic and social development (World Bank, 2021).

In Georgia, as in other post-Soviet countries, the problem is particularly evident in the private sector. Official data show that in 2023 the gender pay gap stood at 20.9%, considerably higher than the European Union average (12%; Eurostat, 2023). These figures indicate that Georgia's labor market fails to provide equal pay and equal opportunities for both genders. Moreover, women are often concentrated in low-paid sectors and positions, while their representation in managerial roles remains minimal.

Examining gender inequality solely through the lens of social justice is insufficient. The underutilization of women's professional potential directly impedes national economic development. World Bank research highlights that in countries where the gap in labor force participation between women and men decreases, economic productivity rises significantly (World Bank, 2021). Therefore, gender equality must be regarded not only as a matter of rights but also as an economic imperative.

Cultural and social stereotypes in Georgia play a particularly significant role, as women are commonly perceived as primarily responsible for family care and child-rearing. These traditional norms limit women's career development and create the so-called "glass ceiling"—an invisible barrier that prevents women from reaching high-level positions (Morrison, White, & Van

Velsor, 1987). As a result, despite formal equality, informal barriers continue to restrict women's professional opportunities.

Thus, gender inequality in Georgia should not be viewed as an individual or incidental problem, but rather as a systemic and structural challenge that requires both policy reform and changes in organizational practice.

The aim of this study was to identify the scale, underlying factors, and institutional mechanisms of gender inequality in the private sector, as well as to assess the legal and organizational framework. Based on this aim, the following research questions were formulated:

- To what extent does the gender pay gap manifest in Georgia's private sector?
- What role do education and qualifications play in the career advancement of women and men?
- How significant are institutional and cultural barriers (the "glass ceiling") for women's professional development?

The following hypotheses were developed:

H1: Women in the private sector are concentrated in low - paid positions, while men are more likely to hold higher-paid roles.

H2: Education and qualifications translate more effectively into higher-paid positions for men than for women.

H3: The "glass ceiling" effect systematically restricts women's advancement into senior managerial roles.

Literature Review

Gender inequality in the labor market has been extensively studied both in Western and post-Soviet academic contexts. Theoretical models and empirical research seek to explain the causes of wage disparities, occupational segregation, and the "glass ceiling" effect.

Neoclassical theory argues that labor market differences are driven by individual decisions (Becker,

1993). According to this perspective, women invest less in education and careers due to family obligations, resulting in their overrepresentation in low-paid positions. However, numerous studies indicate that even when women and men have identical levels of education and experience, wage disparities persist (Rosenfeld & Spenner, 1992). A similar pattern was observed in Georgia: women's education translates less effectively into corresponding wages and positions, whereas for men this correlation is significantly stronger.

Institutional theory emphasizes that the labor market is not structurally neutral. Despite formal equality, informal norms and cultural stereotypes generate inequality (North, 1990). Charles and Grusky (2004) demonstrate that organizational culture associates "male" positions with high responsibility and "female" positions with lower pay. Findings from research conducted in Georgia—where women are concentrated mainly in lower-level managerial roles—directly support this theory.

Radical theory and the concept of the "glass ceiling" highlight invisible barriers that restrict women's upward mobility. Morrison, White, and Van Velsor (1987) argue that these barriers become particularly evident when women reach middle management but fail to progress to higher hierarchical levels. Cotter, Hermsen, Ovadia, and Vanneman (2001) add that the "glass ceiling" emerges even when promotion opportunities appear equal on paper, as women in practice remain less likely to receive actual promotions. In Georgia, women occupy only 2% of top managerial positions, perfectly illustrating this phenomenon.

International data reinforce this picture. According to an ILO (2022) report, women globally earn on average 20% less than men. Within the European Union, this gap averages 12% (Eurostat, 2023). Georgia's figure (20.9%) is considerably worse, highlighting the country's structural challenges. OECD (2021) studies show that pay transparency policies and mandatory gender audits significantly reduce inequality. For instance, the introduction of such regulations in Norway and Iceland led to a marked decrease in the gender pay gap.

UN Women's study *Employment and Gender in Georgia* (2022) indicates that women in Georgia are concentrated in the education and healthcare sectors, which are relatively low-paying. This trend fully aligns with the findings of the present research. Similarly, the United Nations Development Programme (UNDP, 2024) emphasizes the persistence of strong social stereotypes: women are still expected to prioritize family responsibilities, while men are expected to focus on careers.

Existing research largely portrays the general picture of gender inequality but pays insufficient attention to the specific dynamics of the private sector and its differences compared to the public sector. This gap is precisely what the present study aims to address, by focusing on the private sector—the sphere where inequality is most pronounced.

Methodology

The study employed a **mixed-methods approach**, integrating the collection and analysis of both quantitative and qualitative data. Such an approach allows for capturing not only the statistical scale of gender inequality but also the deeper cultural and institutional factors driving this phenomenon.

As part of the quantitative component, an **online survey** was conducted with 185 employees (aged 18–65) working in both the private and public sectors. However, the analysis primarily focused on the private sector. The questionnaire included demographic information, perceptions of gender discrimination, and questions related to personal experiences.

The qualitative component consisted of **six in-depth interviews** with human resource managers, lawyers, and private sector employees. The goal of the interviews was to contextualize and interpret the quantitative data, particularly by reflecting on subjective experiences of gender-related barriers.

Quantitative data were analyzed using **descriptive statistics, t-tests, and ANOVA** in order to assess wage disparities between genders and to evaluate the role of education and qualifications in career advancement. Qualitative data were analyzed through **thematic analysis**, which enabled the identification of key themes and patterns related to discriminatory practices, promotion barriers, and institutional stereotypes. To ensure the **reliability** of the study, **methodological triangulation** was applied, meaning that quantitative and qualitative data were cross-validated against each other.

Nevertheless, the study has certain limitations. The sample size (N=185) is of medium scale and may not fully represent Georgia's labor market as a whole. Furthermore, the questionnaire structure did not allow for the detailed exploration of all sector-specific dynamics. Therefore, additional studies are needed for drawing more comprehensive conclusions on some aspects of the issue.

Results and Discussion

The analysis of quantitative data revealed a sharp wage disparity between women and men in the private sector. The majority of surveyed women reported an average monthly salary between 1,000–1,500 GEL, whereas a significant proportion of men earned over 3,000 GEL. This difference persisted even when respondents held identical positions.

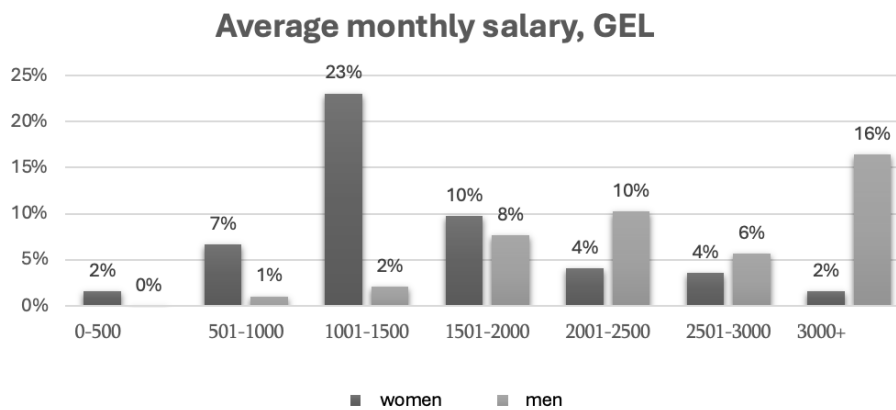


Diagram 1. Distribution of salaries of women and men

This finding supports ILO's (2022) conclusion that the gender pay gap is systemic and cannot be explained solely by individual factors. According to neoclassical theory, wage disparities should be associated with education and career choices (Becker, 1993). However, the data indicate that education for women is less likely to translate into higher-paid positions.

Gender imbalance in managerial roles is particularly striking. Ten percent of men occupy senior management positions, while the share of women in such roles is only 2%. Conversely, women are twice as likely to be concentrated in lower-level managerial positions.

Table 1.

Distribution of managerial positions by gender

Position Held	Female	Male
Senior Manager	2%	10%
Middle Manager	20%	18%
Junior Manager	18%	7%
Other	17%	5%
Declined to Answer	1%	0%

This finding aligns with the “glass ceiling” phenomenon, which prevents women from ascending to higher hierarchical levels (Morrison, White, & Van Velsor, 1987; Cotter et al., 2001). As a result, despite qualifications and experience, women's advancement remains systematically constrained.

The analysis further revealed that men's educational attainment strongly correlates with wages (ANOVA: $p < .003$), whereas for women the relationship was weak. In practice, this means that women's education and qualifications do not consistently convert into economic capital.

This contradicts neoclassical theory, which posits that education and qualifications should have equivalent effects on earnings across genders. Instead, the results better support institutional theory, which highlights the role of informal structures—stereotypes and cultural norms—in sustaining inequality (North, 1990; Charles & Grusky, 2004).

In-depth interviews further highlighted discriminatory practices. Female candidates were frequently asked personal questions during job interviews—about family planning, the number of children, and balancing work with household responsibilities. Thirty-seven percent of women reported being asked questions about children, compared to only 12% of men.

This practice confirms institutional theory: despite formal equality, informal stereotypes (e.g., “women are less reliable employees because family obligations interfere with work”) restrict women's employment and career opportunities (Charles & Grusky, 2004).

Survey data also showed that 32% of women had never been promoted, whereas the majority of men had received multiple promotions. This discrepancy intensifies the “glass ceiling” effect and creates a risk of demotivation among women.

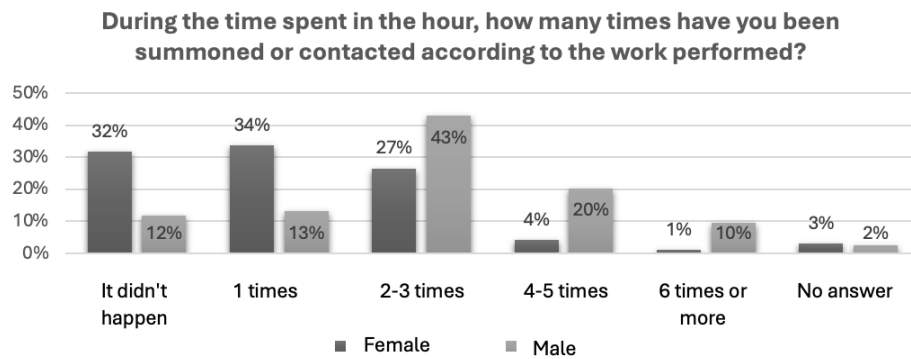


Diagram 2. Distribution of promotions and rewards by gender

Cotter et al. (2001) emphasize that the low frequency of promotions among women is one of the clearest indicators of structural barriers. Our findings strongly align with this theoretical argument.

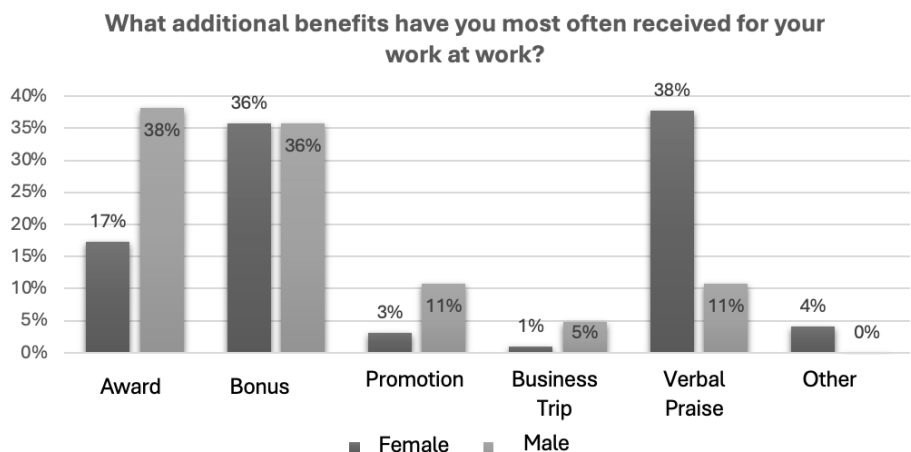


Diagram 3. Distribution of benefits by gender

Furthermore, 65% of men reported feeling comfortable expressing their opinions during work meetings, compared to only 44% of women. This indicates that organizational culture amplifies men's voices more

than women's. Similar tendencies were described in Kanter's (1977) classic study, which identified women's "lack of voice" as a manifestation of institutional discrimination.

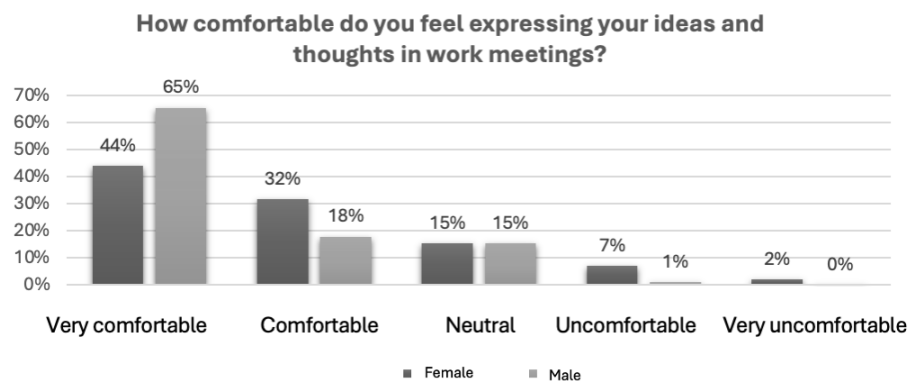


Diagram 4. Comfort level in meetings by gender

The results demonstrate that gender inequality in Georgia's private sector cannot be explained solely by individual choices or personal responsibility. The findings directly contradict neoclassical theory, which assumes that labor markets are neutral and that differences stem from individual investments and preferences. In our data, women's education and qualifications fail to transform into the same levels of pay and career positions as men's. For example, while

men's education levels showed a strong positive correlation with wages, for women this link was weak or nonexistent. This indicates that education and professional development do not provide equal opportunities for women, undermining a central principle of neoclassical theory.

On the other hand, the findings strongly support institutional theory, which focuses on formal and informal institutions, cultural norms, and organizational practices. The prevalence of personal questions during

interviews, women's lower promotion rates, and their reduced comfort in expressing opinions at meetings clearly suggest that organizational environments restrict women's opportunities. These patterns are not unique to Georgia; Charles and Grusky (2004) describe similar mechanisms in Western countries, where occupational segregation is shaped by social norms and cultural expectations. Our study confirms this theory in the Georgian context, showing that institutional and cultural barriers are particularly entrenched.

In addition, the results fully illustrate radical theory and the "glass ceiling" phenomenon. Women's presence in only 2% of senior managerial positions demonstrates that their advancement is systematically blocked, despite qualifications and professional experience. Morrison et al. (1987) describe the "glass ceiling" as an invisible barrier that manifests precisely when women attempt to move from middle to higher levels of management. Our results confirm this phenomenon locally: women reach middle management but rarely advance further. These findings also align with Cotter et al. (2001), who stress that even when formal promotion opportunities appear equal, women remain systematically less likely to achieve actual advancement.

Georgia's figures are significantly worse than the EU average (Eurostat, 2023). OECD experience shows that pay transparency policies and mandatory gender audits can effectively reduce inequality (OECD, 2021). The absence of such mechanisms in Georgia is one of the key structural drivers of inequality.

In-depth interviews reinforced the quantitative findings, illustrating that gender discrimination in Georgia's labor market is multifaceted and systemic. Respondents highlighted several main areas:

- **Discrimination in recruitment.** Women frequently face both direct and indirect discriminatory practices. The most common example is being asked personal questions. One respondent noted: *"I experienced a situation where, after successfully passing the first stage of the interview, men were given preference at the second stage because it was assumed they would have more time and be more focused on the job..."* (Female, 36, private sector)

This confirms institutional theory, which suggests that informal norms and entrenched stereotypes restrict women's employment opportunities.

- **Unequal treatment in the workplace.** Discrimination does not end at the hiring stage—women face barriers throughout career development. As one respondent explained: *"Employers often question our leadership abilities simply because we are women... In the end, a man with less qualification was given the preference over me."* (Female, 33)

This example highlights the "glass ceiling": even with sufficient qualifications, women are systematically overlooked for promotions.

Barriers to career advancement and sectoral differences. Respondents noted that although promotions are formally available, women are less likely to receive them and are often excluded from senior man-

agement roles. The imbalance is particularly pronounced in the private sector, whereas public sector regulations provide partial safeguards.

- **Legal aspects.** Lawyers observed that women increasingly file lawsuits regarding discrimination; however, the legal burden of proof remains complex. One lawyer stated:

"Recently, women have become more vocal about these issues and more often take them to court... but proving discrimination legally is still very difficult."

(Male, 42, lawyer)

This finding underscores the weakness of existing legal mechanisms, which fail to provide effective protection in practice.

The qualitative evidence strengthens the statistical picture:

- Discrimination in recruitment violates the principle of "equal opportunity" and confirms institutional barriers.

- Low promotion rates and minimal female representation in leadership positions directly illustrate the "glass ceiling."

- Weaknesses in legal mechanisms demonstrate that formal norms in Georgia are insufficient to bring about real change in practice.

In sum, the findings confirm that gender discrimination in Georgia is not merely a statistical difference but an integral part of women's everyday professional experiences.

Conclusion and Recommendations

Conclusion

The study revealed that gender inequality in Georgia's private sector is a systemic and multidimensional problem. Quantitative analysis demonstrated that women are concentrated in low-paid positions, while men are more likely to hold higher-paid jobs with greater responsibility. Despite the fact that women often possess equal or even higher levels of education and qualifications compared to men, these resources fail to translate into equal wages and career opportunities.

The in-depth interviews reinforced the quantitative findings, exposing everyday discriminatory practices: personal questions during interviews, the devaluation of women's leadership skills, and lower promotion rates. These experiences show that gender discrimination in Georgia is not merely a statistical disparity but an integral part of women's professional reality.

The findings directly contradict neoclassical theory, which explains gender inequality through individual choices (Becker, 1993). Instead, the results strongly support institutional and radical theories: women's opportunities are systematically restricted by stereotypes, organizational culture, and the "glass ceiling" (North, 1990; Morrison et al., 1987; Cotter et al., 2001).

International comparisons further underscore this picture: while the average gender pay gap in EU countries is 12%, in Georgia it is 20.9% (Eurostat, 2023). OECD experience demonstrates that pay transparency policies and mandatory gender audits effectively reduce inequality (OECD, 2021). The absence of such

mechanisms in Georgia remains one of the key structural challenges.

Thus, gender inequality in Georgia is not only a violation of social justice but also a significant obstacle to the country's economic development. The underutilization of women's professional potential limits national competitiveness and hinders sustainable economic growth.

Recommendations

The findings indicate that addressing gender inequality in Georgia requires **multi-level intervention**. Given the systemic nature of the problem, neither one-time regulations nor isolated organizational policies can resolve it. Instead, coordinated action among the state, the private sector, and the academic/research community is essential. Recommendations are presented at three main levels:

- **At the state level**
- **Pay transparency policies:** Companies should be legally required to publish gender pay gap data on a regular basis.
- **Gender audits:** Following OECD experience, mandatory audits should be introduced in medium and large enterprises.
- **Strengthening legal mechanisms:** Simplify legal procedures for proving discrimination to provide women with more effective instruments of protection.
- **Strategic commitments:** National strategies should set measurable targets, such as reducing the gender pay gap from 20.9% to below 10% within a decade.
- **At the organizational level**
- **Fair pay policies:** Companies should adopt and enforce the principle of "equal pay for equal work."
- **HR training and awareness-raising:** Recruiters and HR managers should undergo mandatory anti-discrimination training.
- **Women's leadership programs:** Mentoring and coaching initiatives should be implemented to support women's advancement.
- **Transforming organizational culture:** Work environments should ensure that women feel comfortable voicing opinions and participating in decision-making.
- **At the academic and research level**
- **Sector-specific studies:** In-depth research is needed in key sectors such as finance, technology, and agriculture.
- **Employers' perspectives:** Studies should explore employers' attitudes and stereotypes regarding gender roles.
- **International comparative analysis:** Georgia's data should be systematically compared with other post-Soviet countries to identify shared patterns and best practices.

References

1. Alvarez, M. Lopez. From unheard screams to powerful voices: A case study of women's political empowerment in the Philippines. Mandaluyong: In 12th National Convention on statistics, 2013.
2. Anastasiade, M. Catalina. Gender wage inequalities in Switzerland: the public versus the private sector, Switzerland: university of Neuchatel, 2016.

3. Angelovska, Julikana. Invisible barriers that women cannot break-glass ceiling. Macedonia: International Balkan University, 2013.

4. Bettio, Francesca and Alina Verashchagina. Women and austerity: Women and Men in the Great European Recession. ed. Maria Karamessini and Jill Rubery. London: Routledge, 2014.

5. Blau, Francine D. and Lawrence M. Kahn. The gender earnings gap: some international evidence. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1992.

6. Claesson, Linnea. Managerial representation: Are Women Better Off in the Public or the Private Sector. Stockholms: Stockholms university, 2019.

7. Cotter, A. David. "The Glass Ceiling Effect." *Social Forces* 2 (1922): 655-682.

8. Dudwick, Nora. Missing women in the South Caucasus: Local perceptions and proposed solutions. Washington: World Bank Group, 2015.

9. European Parliament, "Understanding the gender pay gap: definition, facts and causes." European Parliament, <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/2020/0109STO69925/understanding-the-gender-pay-gap-definition-facts-and-causes> (26.05.2025).

10. Hofstede, Geert. Culture's consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions, and Organizations Across Nations. California: Sage Publications, 2001.

11. International Labour Organization, „Pay transparency can address the gender pay gap,“ International Labour Organization, <https://www.ilo.org/resource/news/pay-transparency-can-address-gender-pay-gap> (26.05.2025)

12. Kabeer, Naila. Resources, Agency, Achievements: Reflections on the Measurement of Women's Empowerment. UK: Blackwell Publishers, 1999.

13. Khitarishvili, Tamar. "Two tales of contraction: gender wage gap in Georgia before and after the 2008 crisis." *IZA Journal of labor and development* 14 (2012): 1-28.

14. Meulders, Daniele, Robert Plasman, Audrey Rigo and Sile O'Dorchai. Topic report Horizontal and Vertical Segregation. Brussels: Free University of Brussels, 2010.

15. Morrison, M. Ann. Randall P. White and Ellen V. Velsor. Breaking the glass ceiling: Can Women Reach the Top of America's Largest Corporations. Reading: Addison-Wesley, 1987.

16. Nussbaum, Martha C. Women and Human Development: The Capabilities Approach, Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

17. Rosenfeld, Rachel A. and Kenneth I. Spenner. "Occupational sex segregation and women's early career job shifts." *Work and Occupation* 4 (1965): 424-449.

18. Stritch, Justin M., and Anders R. Villadsen. „The gender wage gap and the moderating effect of education in public and private sector employment.“ *Wiley public administration* 4 (1923).

19. Sengur, Mehmet. The Economics of Gender Equality in The Labour Market: women's labor force

participation and gender discrimination in the labor market. London: Routledge, 2021.

20. Wadman, Clara. Who's the boss. Stockholms: Stockholms University, 2014.

HISTORICAL SCIENCES

THE PROMINENT SCIENTIST WHO PLAYED THE INVALUABLE ROLE IN THE DEVELOPMENT OF HISTORICAL SCIENCE IN AZERBAIJAN

Mehdiyeva A.

*Doctor of Philosophy in History, Associate Professor,
Azerbaijan State Pedagogical University
Baku, Republic of Azerbaijan*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7819-3103>

DOI: [10.5281/zenodo.17237490](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237490)

ABSTRACT

Historical science has always distinguished with its outstanding personalities. These people, possessing unique talents, abilities, skills and scientific braveness that have passed through the filter of time, have said, say and will say their words in history. Despite all the difficulties they faced, the unique talent of these scientists, the desire to work and fight tirelessly called them to science and made them to gain new achievements and successes. Science is a great sea. The people who work in this field are quite hardworking, brave and capable of overcoming all the obstacles that come their way, geniuses. From this point of view, the outstanding personality of Azerbaijan historical science, the person of unique talent, creative ability, ability to honestly analyze historical facts as they are, endless desire to work, great diligence, scientific insight and genius, wonderful scientist, genius person, great hard work and irreplaceable educator Professor Nisbet Mehdiyeva is a prominent figure of science who has known the field in which she is all over the world. As one of the most prominent figures of the modern era, Professor Nisbet Mehdiyeva is the invaluable historian, her creativity, activity, hard work and endless achievements in science should be the object of serious research. This outstanding historian scientist, who has been working steadily in historical science for many years and achieved high results in her field, has always the huge role in the development of historical science and was distinguished by the point that she looks at historical events only through the eyes of real facts.

Keywords: Azerbaijan, historical science, prominent scientist, Professor Nisbet Mehdiyeva, invaluable role, scientific activity, creativity, educator, top of science, genius.

Introduction

Azerbaijan, which has an ancient history, has always heroically emerged from the difficult trials and obstacles of history and wrote the chronicle of bravery in history. Our country, which is proud of its heroic children and patriots, is also known for its outstanding personalities, scientists, persons who have spoken their word all over the world and have extraordinary scientific consciousness and insight, distinguished by their hard work, unique talent, skills and abilities, endless love for education and science, desire to work and fight tirelessly.

Azerbaijan historical science does not stand still like other branches of science, it is constantly developing. Since the 60s of the XX century, special features began to form in the historical science of Azerbaijan and found this embodiment in the creativity of young, talented historians. These individuals, who tried to have their say and follow their own path in the development, formation, maturation and establishment of the science of history as a science, who tried to overcome all the obstacles and difficulties they faced in this field, who were particularly distinguished by their original creative style, talent, skills and abilities and endless hard work, who always relied only on real facts in the topics they addressed and in the fields they worked in, and who always remained faithful to the science of history during their scientific activities, can be considered the most prominent figures in the history of Azerbaijan. The works written during this period and the historical writings that have been established indicated the formation of new outstanding personalities of the future in

the historical science of Azerbaijan. One of such outstanding personalities is the well – known Azerbaijani historian, turkologist, Professor Nisbet Mehdiyeva, the excellent scientist and best educator with exemplary morality and excellent moral values, who has never distorted historical facts, constantly stood on real events and facts in her work, mobilized all her forces, skills and abilities to overcome obstacles and difficulties faced in the field of science.

Since the 60s of the XX century as an intellectual who selflessly contributed to the development of historical science, Professor Nisbet Mehdiyeva has worked tirelessly on the difficult path and her great scientific activity played the decisive role in her full formation as the scientist and transformation into the wonderful specialist.

Professor Nisbet Mehdiyeva, who has always been distinguished only by her high consciousness and insight, rare talent, great hard work and love for science, can be characterized by her unique activity in the development of various branches of historical science. In this regard, Professor Nisbet Mehdiyeva's scientific research and fundamental works in the field of highlighting the activities of creative unions, studying the new era of the history of the Turkic peoples and etc. are quite noteworthy.

The scientific activity combines constant hard work, great attention, serious concentration on every little thing to be done, analysis of historical events and the scientist's worldview, broad worldview, complete formation of personality in the period before scientific activity, honest historical assessment of existing events

and facts, selection of bad from good, non – distortion of facts, focusing only on real facts in writing history, formation of science as real science, etc., which are very necessary and important elements. A scientist who does not possess these elements and does not constantly work on himself will never be able to develop the field of science in which he operates. Professor Nisbet Mehdiyeva, who has such values, skills and abilities, excellent talent, oratory art, excellent scientific insight and consciousness, great conscience, honesty and Academic Honor, is an intellectual who has made the great contribution to the development of Azerbaijani historical science for many years.

Intelligence has brought up its valuable representatives as a class that always taken the side of the right and tried to protect them from the existing threats, expressing their attitude to the events taking place in the life of society with its fighting theme. The intelligentsia was always at the forefront against the background of historical events, tried to reveal the true image and face of historical processes, illuminated people with the light of the intelligentsia and called for honesty, always developed education and science and tried to protect them from shortcomings. From this point of view, the

activity of prominent historian, Professor Nisbet Mehdiyeva as the well – known intellectual is characterized by her uniqueness, deep scientific knowledge and based on real facts.

Scientific and labor activity

In 1960 young Nisbet Mehdiyeva graduated from the faculty of history of Azerbaijan State University. In 1960 – 1963 she worked as the researcher at the Institute of history of the Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR. Nisbet Mehdiyeva was a full – time graduate student at Azerbaijan State University in 1964-1967. In 1967 – 1973 she worked as a teacher and senior lecturer at the Azerbaijan State Medical Institute. Young Nisbet Mehdiyeva defended her PhD thesis on the topic “The Struggle of the Azerbaijani Trade Unions for the Restoration of the Oil Industry under the Leadership of the Party (1921 – 1925)” in 1968. She was an acting associate professor and associate professor at Azerbaijan State University from 1973 to 1991. In 1991, Nisbet Mehdiyeva defended her doctoral dissertation entitled “Activity of Azerbaijan Creative Unions in the field of development of Culture (1960 – 1980s)”. In 1991 – 1994 she was an acting professor at Baku State University and since 1994 she has been a professor.



Image 1. Young historian scientist Nisbet Mehdiyeva

Young historian scientist Nisbet Mehdiyeva [Image 1] as the fields of research social organizations, Creative Unions and societies, cultural problems, history of Turkic peoples and etc. she dealt with issues and wrote research works on them. In her PhD thesis defended in 1968, the scientist was involved in the research in detail in almost all leading areas of Azerbaijan, including the great struggle and practical work carried out by the Trade Unions of Azerbaijan in the oil industry. The author has investigated the important and decisive role of Trade Unions in the labor activities of citizens of the Republic of Azerbaijan in protecting

workers and labor rights, attracting people to work, organizing conscious and efficient labor and at the same time improving the livelihoods of workers in her research work based on real facts. She carefully approached the problems of labor organization, increasing its efficiency, protecting the rights and freedoms of employees, ensuring occupational safety in the work process, protecting the health of employees as one of the most important issues, etc. The author has seriously studied the effective activities and continuous struggle of the Azerbaijani Trade Unions and written them at a fundamental level [17].



Image 2. Doctor of Historical Sciences Nisbet Mehdiyeva

Already in 1991, the young candidate of historical sciences Nisbet Mehdiyeva, having studied the activities of the Azerbaijani Creative Unions in the field of cultural development in the 1960 – 1980s, presented and defended a new fundamental scientific – research work – a doctoral dissertation on this topic [Image 2]. This is the first doctoral dissertation dedicated to the history of the Creative Unions in the former USSR [16].

The period of activity of the Azerbaijan Creative Unions in the 1960 – 1980s is quite rich and shows the scale and necessity of the huge work done in this field. The Creative Unions, engaged in artistic activity, tirelessly carried out propaganda and agitation work in the field of cultural development.

The author conducted a large – scale research work on the moral and spiritual values, aesthetic worldview, knowledge and skills, spiritual world of people, growth and formation as an adult, revealing creative and talented people, playing of culture a decisive role in the development of other fields of science, investigating the intense and necessary work of creative intellectuals in solving the problems of humanity and citizens, the difficulties and obstacles they face daily and involving their fields of activity in research and scientific analysis. The unique individual work carried out by each Creative Union in the field of development of culture has become the object of research of valuable researcher and scientist Nisbet Mehdiyeva and the scientific and artistic activity played by the creative intel-

ligentsia in the field of research of theoretical and practical problems of modern culture has been brought to attention.

The Creative Unions have regularly conducted various practical events to determine the main development directions of the country`s culture, organized the discovery, protection, publication, dissemination, promotion, education, etc. of rare works of classical and modern times, promoted the art and creativity of prominent creative intellectuals, protected valuable personnel and intellectuals, evaluated their valuable works of art and samples, etc. [10].

Nisbet Mehdiyeva, a scientist who defended her doctoral dissertation on the activities of the Azerbaijani Creative Unions in the field of development of Culture in the 1960 – 1980s and received the degree of Doctor of Historical Sciences, is one of the first valuable and talented researchers in Azerbaijan to write such a fundamental work in this field.

Thus, the valuable scientist Nisbet Mehdiyeva has written another fundamental work, conducting an accurate analysis of the important role of the significant part played by the Azerbaijani Creative Unions in the development of Azerbaijani culture, their impact on the spiritual development of society and the achievements and shortcomings in the field of cultural development.

The scientific value and novelty of this study is that for the first time in the work, the activities of the Creative Unions of Azerbaijan in the field of development of Culture were investigated in such a broad aspect and involved in serious research.



Image 3. Professor Nisbet Mehdiyeva

Professor Nisbet Mehdiyeva [Image 3] continued to work on the topic, expanding her research in this field and in 2014 wrote a fundamental monograph entitled “The activities of the Azerbaijani Creative Unions in the field of development of Culture (1960 – 1980s)”. The monograph reflects the issues of the activities of the Writers` Union, the Composers` Union, the Artists` Union, the Theater Workers` Union and the Cinematographers` Union in the field of development of culture in Azerbaijani historiography. The ideological – political level and professional mastery of creative intellectuals, the creative and organizational work of unions, their role in the promotion of artistic culture and the problem of their activity in the field of cultural relations are investigated with great precision in the work.

The work is of great interest as a research object. The scope of activities of the unions is quite wide, significant and unique. Along with the explanation and presentation of the achievements and successes achieved in the process of development of each issue, the author did not ignore the shortcomings and mistakes made [11].

While working on these topics, Professor Nisbet Mehdiyeva was able to provide detailed explanations of the new way of understanding and issues related to the discovery of various facts in the research process.

Professor Nisbet Mehdiyeva is also the author of a wonderful research work – a textbook – on the new era of the history of the Turkic peoples. Her fundamental work entitled “History of the Turkic peoples. New era (XIX – early XX centuries)” covers new era of the Turkic peoples, the socio – political processes faced by the region in this period, the administrative – management system, political situation, various events in the life of the Turkic peoples, the difficulties and problems they face, the economic situation, cultural problems, etc., relevant areas and topics [4] [5].

While the author involved the Turkic peoples in the XIX and early XX centuries in her research, she investigated the region`s integration into a unified administrative system before, during and after the occupation, the gradual decline of the feudal – patriarchal administrative system in the territories inhabited by the Turkic peoples and the formation of capitalist relations, the role and importance of the Turkic peoples in various socio – political processes during this period and the position they took in the course of events. Unlike other scholars working in this field, the author succeeded in studying the events based on real facts and sources. This fundamental work by Professor Nisbet Mehdiyeva was published in 2003 and 2010. The textbook is a valuable source in the field of studying and teaching the new era of the history of the Turkic peoples (XIX – early XX centuries) and can be considered a very valuable scientific resource.

At different times, Professor Nisbet Mehdiyeva has investigated the characteristic features and unique aspects of the new era of the Turkic peoples by involving them in scientific research, including changes in the administrative – management system of the Turkic peoples in the XIX – early XX centuries [2, 37 – 39], the state of the education system in Turkestan and the problems it faces [8, 40 – 42], the development of science in the peoples of the region and the socio – political situation that created conditions for it [13, 37 – 39], issues of statehood of the Turkic peoples [12, 50 – 53], problems of the promotion and development of enlightenment [3, 271 – 273], the scientific societies and organizations operating in this region, their scientific expeditions and fundamental works they wrote [9, 107 – 110], the fruitful work and areas of activity carried out by the periodical press and cultural – educational institutions here [7, 342 – 345], cultural problems [14, 23], global issues [15, 295 – 298] and etc.



Image 4. Educator Professor Nisbet Mehdiyeva

Professor Nisbet Mehdiyeva has also been engaged in pedagogical activity for many years [Image 4]. Thanks to her great efforts, great pedagogical work has been done in the area of perfect mastery, teaching and promotion of education and science by hundreds of students, including the transformation of education into one of the leading areas. Professor Nisbet Mehdiyeva has taught undergraduate courses in the subject “History of the Turkic Peoples. New and Modern Period” and graduate courses in the problems of “Socio – political situation in Central Asia, Kazakhstan, the Volga region, Siberia and Crimea (XIX – early XX centuries)” and “Culture of the Turkic Peoples (XIX – early XX centuries)”.

In connection with pedagogical activity, Professor Nisbet Mehdiyeva has written a textbook for higher education institutions “History of the Turkic peoples. New era (XIX – early XX centuries)” [4] [5], 8 textbooks for secondary schools (2001, 2002, 2004, 2005 and 2007) (in the first and revised editions), a teaching aid [1], 1 methodological instruction [6], 11 programs and etc.

The scientific and pedagogical activity of the prominent representative of the historical science of Azerbaijan, bravely and heroically withstood all the obstacles and difficulties of science, developing the historical science in which it operates, constantly moving it forward, Young and evergreen historian scientist, great personality and educator, professor Nisbet Mehdiyeva is very valuable.

Conclusions

History is always proud of its heroic sons. Such individuals have always been at the forefront and have been particularly distinguished by their high moral and spiritual values, talent, skills and abilities, unimaginably great hard work, tireless work in the development of education and science, the recognition of the country with the honesty it deserves all over the world, their high personal qualities, etc. They have always been at the forefront and have been particularly distinguished by their superior qualities. Such people have already

been formed as personalities over time and have demonstrated valuable characteristics such as endless enthusiasm, optimism, loyalty to their work and reliability in history and in the spheres they work and operate.

Due to her profound talent, high scholarly sense and genius, consciousness and insight, great talent, skills and abilities, broad outlook, rich scientific and pedagogical experience, endless desire to learn and teach, endless love for life, people and her country, fighting spirit, enthusiasm for living and working, bravely overcoming all the difficulties and obstacles she faced, rich pedagogical and scientific heritage, etc., Doctor of Historical Sciences, Professor Nisbet Mehdiyeva is a great scientist, intellectual and enlightened person, an irreplaceable personality. The huge role played by Professor Nisbet Mehdiyeva in the development of Azerbaijani historical science is undeniable.

References

1. Mehdiyeva, N.C. (1990). *Activities of the Azerbaijani Creative Unions in the field of mass propaganda (1960 – 1980s)*, Baku: Baku University Publishing House.
2. Mehdiyeva, N.C. (2003). Changes made by Russia in the system of government of Turkestan in the second half of the XIX century. *Scientific and Educational Center “Tafakkur” University. Scientific works. VI release*. Baku: TNPM, pp.37 – 39.
3. Mehdiyeva, N.C. (2006). Enlightenment in Turkestan at the beginning of the XX century. Actual problems of studying the humanities. *Compendium of inter – university scientific articles. III edition*. Baku: Murtarjim Publishing House, pp.271 – 273.
4. Mehdiyeva, N.C. (2003), *History of the Turkic peoples. New era (XIX – early XX centuries)*. Baku: Adiloglu Limited Liability Company Printing House.
5. Mehdiyeva, N.C. (2010), *History of the Turkic peoples. New era (XIX – early XX centuries)*, Baku: Adiloglu Publishing House.

6. Mehdiyeva, N.C. (1994). Materials on the history of the Turkic peoples. Baku: Baku University Publishing House.
7. Mehdiyeva, N.C. (2007). Periodicals and cultural – educational institutions in Turkestan at the beginning of the XX century. *Actual problems of studying the humanities. Compendium of inter – university scientific articles. II edition.* Baku: Mutarjim Publishing House, pp.342 – 345.
8. Mehdiyeva, N.C. (2003). Schools and madrasas in Turkestan of the XIX – early XX centuries. *Scientific and Educational Center “Tafakkur” University. Scientific works. VI release.* Baku: TNPM, pp.40 – 42.
9. Mehdiyeva, N.C. (2007). Scientific societies and organizations in Turkestan in the second half of the XIX century. *New of Azerbaijan State Pedagogical University*, Baku: ASPU, No 3, pp.107 – 110.
10. Mehdiyeva, N.C. (1991). *The activities of the Azerbaijani Creative Unions in the field of development of culture (1960 – 1980s)*. Abstract of the dissertation submitted for the degree of Doctor of Historical Sciences. Baku: Typography of the Academy of Sciences of Azerbaijan SSR.
11. Mehdiyeva, N.C. (2014). *The activities of the Azerbaijani Creative Unions in the field of development of culture (1960 – 1980s)*, Baku: Mutarcim Publishing Printing Center.
12. Mehdiyeva, N.C. (2005). The administrative structure of the Kokand, Khiva and Bukhara khanates in the first half of the XIX century. *Pedagogical studies (Collection of scientific articles)*. Baku: ASPU, No 1, pp. 50 – 53.
13. Mehdiyeva, N.C. (2003). The development of Science in Turkestan in the XIX century. *Materials of the scientific and practical conference*, May 03, pp. 37 – 39.
14. Mehdiyeva, N.C. (2020). The population, way of life and culture of East Turkestan in the works of S.G.Klyashtorny. *The Turkic – Mongolian world in the past and present. International scientific conference dedicated to the memory of S.G. Klyashtorny*. St. Petersburg: p. 23.
15. Mehdiyeva, N.C. War as phenomenon of the History. Foundation and Trends in Research. *International Scientific Conference*, Copenhagen: 2024, pp.295 – 298.
16. Nisbet Mehdiyeva // Azerbaijani writers of XX century. (2004). *Encyclopedic reference book (improved third edition)*. Baku: “Nurlar” Publishing and Printing Center.
17. Rahimova (Mehdiyeva), N.C. (1968). *The struggle of the Azerbaijani Trade Unions for the restoration of the oil industry under the leadership of the party (1921– 1925)*. Abstract of the dissertation submitted for the degree of candidate of historical sciences. Baku: Golden East Publishing House.

MEDICAL SCIENCES

ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДИСТРОФИЧЕСКИХ КИСТ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Андреев П.С.

Кандидат медицинских наук

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Детская республиканская клиническая больница
Министерства здравоохранения Республики Татарстан»*

Скворцов А.П.

Доктор медицинских наук

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»*

Хабибьянов Р.Я.

Доктор медицинских наук

*Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»*

SURGICAL TREATMENT OF DYSTROPHIC CYSTS OF THE PROXIMAL FEMUR

Andreev P.

Candidate of Medical Sciences

*State Autonomous Healthcare Institution "Children's Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*

Skvortsov A.

Doctor of Medical Sciences

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*

Khabibyanov R.

Doctor of Medical Sciences

*State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*

DOI: [10.5281/zenodo.17237496](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237496)

АННОТАЦИЯ

Авторами представлена методика и способ лечения кистозных образований и опухолеподобных заболеваний проксимального отдела бедренной кости. Принципиальное отличие разработанной методики и способа лечения заключается в сохранении анатомической формы проксимального отдела бедренной кости, использования аппарата Г.А. Илизарова для формирования внутрикостного регенерата. Последний способен заместить значительные объемы костных полостей, при его «созревании» проксимальный отдел бедренной кости приобретает механо-прочностные характеристики, не уступающие здоровой кости.

ABSTRACT

The authors present a technique and method for the treatment of cystic formations and tumor-like diseases of the proximal femur. The fundamental difference between the developed technique and the treatment method is the preservation of the anatomical shape of the proximal femur, the use of the Ilizarov apparatus for the formation of intraosseous regeneration. The latter is able to replace significant volumes of bone cavities, and when it "matures", the proximal femur acquires mechanical strength characteristics that are not inferior to healthy bones.

Ключевые слова: кистозные образования проксимального отдела бедренной кости, хирургическое лечение, аппарат Г.А. Илизарова.

Keywords: cystic formations of the proximal femur, surgical treatment, Ilizarov device.

Введение

Среди всех опухолей и дисплазий скелета кисты костей составляют 37,7%, среди доброкачественных опухолей скелета - 56,2% [1, с. 15]. Кистозные образования и опухолеподобные заболевания бедренной кости как самостоятельная нозологическая единица встречается сравнительно редко, однако наиболее часто она распространена среди пациентов детского возраста [2, с. 106; 3, с.

64; 4, с. 15]. Наиболее часто кистозный процесс бедренной кости определяется в возрасте от 5 до 15 лет, реже у взрослых пациентов [4, с. 15]. Дистрофический деструктивный процесс поражает чаще проксимальный метафиз бедренной кости с переходом на шейку бедра иногда достигает больших объемных размеров, причем, как правило, в отличии от других дистрофических деструктивных остеопатий

никогда не переходит через границу хрящевой эпифизарной линии и не затрагивает сустав, что в подтверждается рентгенологическим обследованием [5, с. 56; 6, с. 96]. Кортикальный слой костной кисты значительно истончен, в ряде случаев разрушен, но не выходит за пределы надкостницы.

Клинические проявления развивающегося деструктивного процесса при костной кисте не специфична, что характерно для любого вида кисты – аневризальной костной кисты (АКК) или солитарной костной кисты (СКК). Болевой синдром является одним из первых клинических проявлений указывающих на деструктивный процесс проксимального отдела бедра [6, с. 196]. Поскольку очаг деструкции локализуется на опорном сегменте то разрушение костной ткани приводит к снижению механической прочности пораженного участка бедренной кости. У ребенка могут периодически появляться ноющая боль в области тазобедренного сустава, в ряде случаев иррадиирующая в коленный сустав. Боль может усиливаться при длительной ходьбе, или после активных занятий спортом. Больной совершенно неосознанно пытается регулярно опираться на предметы (стул, стол) в положении стоя. Может нарушиться походка.

На рентгеновском снимке отчетливо просматривается полость, практически полностью занимающая проксимальный метафиз бедра с переходом на шейку при нормальных визуальных показателях остальных частей тазобедренного сустава. Полость кисты может достигать больших размеров и мешать движениям ног (ограничение объема движений).

Длительно развивающаяся киста и агрессивное ее течение провоцирует значительное разрушение костной ткани и патологический перелом шейки бедра. Поиски адекватных способов лечения внутрикостных деструктивных процессов в проксимальном метафизе бедра до настоящего времени не потеряли своей актуальности [6, с. 96; 7, с. 196; 8, с. 76; 9, с. 132; 10, с. 119].

Необходимость сохранения анатомической конфигурации, биомеханических взаимоотношений данного сегмента с возможно ранней статической нагрузкой ставит задачу не только радикального удаления очага деструкции с применением малотравматичных, органосберегательных способов оперативного вмешательства, но и восстановления костной структуры в оптимальные сроки. Применение традиционных методов оперативного лечения в виде экскохлеации, краевой и сегментарной резекции с последующей костной пластикой в ряде случаев травматичны, требуют длительных сроков разгрузки конечности для восстановления костной структуры области поражения и не всегда приводят к излечению. Частота неудач в виде рецидива, возникновения деформаций и др., составляет от 7% до 40% [1, с. 17; 3, с. 62; 4, с. 15; 5, с. 56].

Лечение кистозных образований и опухолей проксимального отдела бедренной кости представляет собой чрезвычайно трудную задачу. Это объясняется как анатомической конфигурацией проксимального отдела бедренной кости, так и значительной статической биомеханической нагрузкой, которые испытывает этот отдел бедренной кости.

Применение известных способов лечения включающих в себя остеотомию на участке между здоровой и измененной костной тканью, внутрикостную резекцию патологического очага с последующим внедрением здорового костного фрагмента в костную полость, формирование дистракционного регенерата с применением компрессионно-дистракционного остеосинтеза по Илизарову [11, с.138]. Однако при его выполнении, из-за сложной формы проксимального отдела бедренной кости (ПОБК), возникают сложности при внедрении здорового костного фрагмента в костную полость.

Курганскими ортопедами разработан и применяется «Способ лечения поражения бедренной кости вертельно-шеечной локализации» [7, с.196], Данная методика включает в себя поднадкостничную трепанацию кости с формированием трепанационного окна. После чего выполняется внутрикостная резекция с удалением измененных тканей большого вертела и шейки бедра в пределах здоровой кости, и коагуляцию ложа. Затем производят косую остеотомию бедренной кости на нижней границе патологического участка со здоровой костью. В последующем, дистальный отломок внедряют до плотного контакта в проксимальный фрагмент бедра в положении, которое соответствует нормальному размеру шеечно-диафизарного угла (ШДУ) - (125-130°) и производят наложение аппарата Илизарова на бедренную и подвздошную кости до сращения фрагментов бедра.

Однако у данного способа есть недостатки:

- так, при выполнении трепанационного окна для внутрикостной резекции удаляется кортикальная пластина кости. Кроме того, внутрикостную резекцию целесообразнее произвести через косую остеотомию бедренной кости на нижней границе патологического участка со здоровой костью. После выполнения косой остеотомии костная полость перекрывается неизменным дистальным фрагментом частично (дистальный фрагмент не полностью заполняет весь объем костной полости), вследствие чего остаются костные полости. Коагуляция костного ложа после внутрикостной резекции приводит к замедленной консолидации фрагментов и формированию костного регенерата. Способ не позволяет поэтапно компенсировать укорочение конечности.

Описание методики

На рис. 1 изображен проксимальный отдел бедренной кости 1 с костной опухолью 2, которая ограничена эпиметафизарными ростковыми

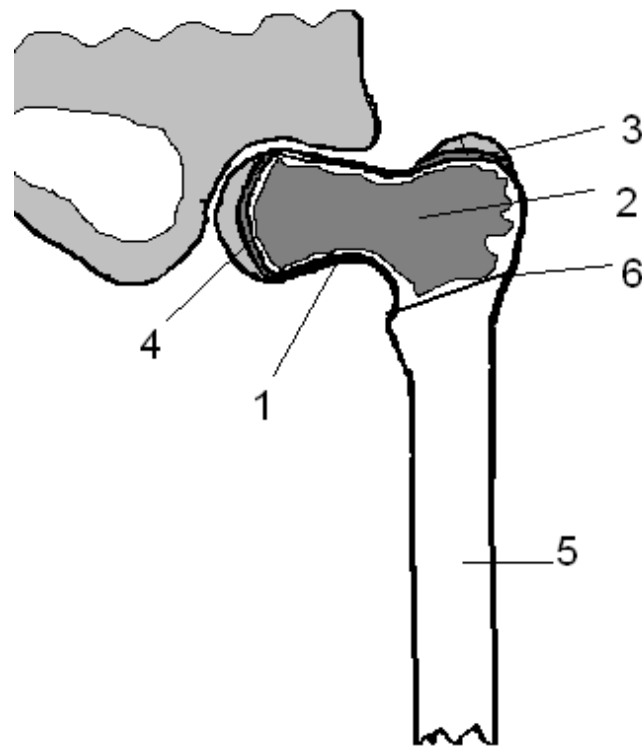


Рис. 1. Проксимальный отдел бедренной кости 1 с костной опухолью 2.

пластинками большого вертела 3 и эпифиза головки бедренной кости 4. На границе патологического процесса 2 со здоровой костью произведена остеотомия 6, которая условно разделяет сегмент бедренной кости на два участка – проксимальный отдел 1 и дистальный фрагмент 5.

На рис. 2 изображен проксимальный отдел бедренной кости 1 после внутрикостной резекции

костной опухоли 2 и внедренным здоровым дистальным костным фрагментом 5 в образовавшуюся костную полость. При этом проксимальный отдел бедренной кости 1 повернут в вертлужной впадине 7 и ориентирован вдоль оси дистального костного фрагмента 5. Аппарат Илизарова монтируется на проведенные через подвздошную кость внутрикостный стержень 8 и спицы 9.

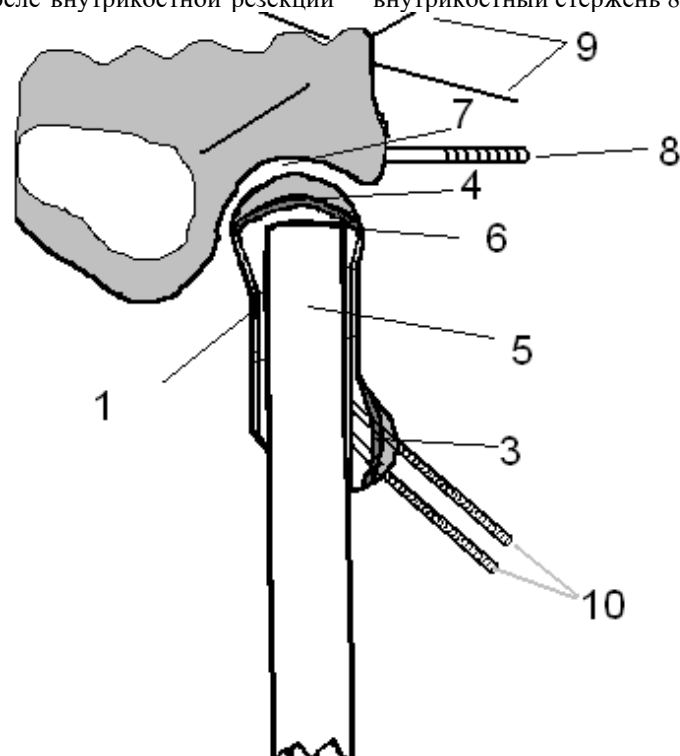


Рис. 2. ПОБК 1 после внутрикостной резекции костной опухоли 2 и внедренным здоровым дистальным костным фрагментом 5 в образовавшуюся костную полость.

На рис. 3 изображен проксимальный отдел бедренной кости 1 после внутрикостной резекции костной опухоли 2. В результате distraction введенный здоровый дистальный костный фрагмент 5

образует в сформированной костной полости проксимального отдела бедренной кости 1 distractionный регенерат 11.

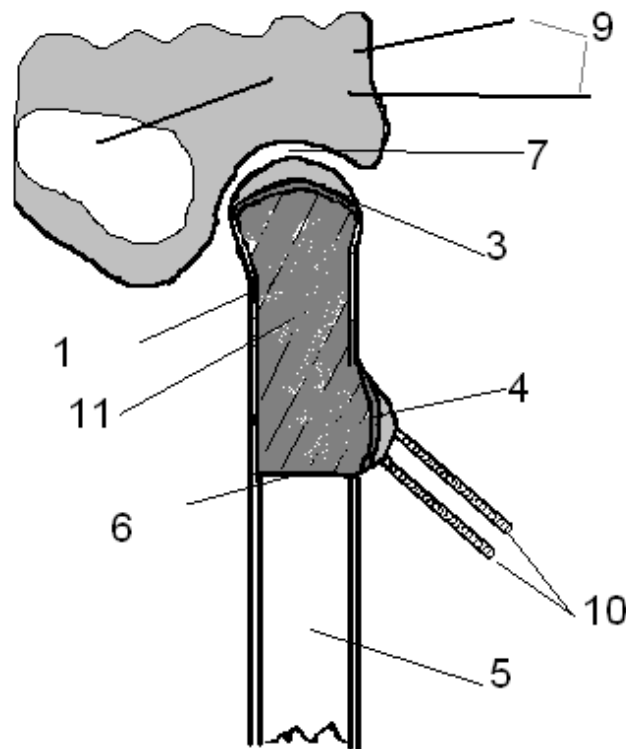


Рис. 3. В результате distraction введенный здоровый дистальный костный фрагмент 5 образует в сформированной костной полости проксимального отдела бедренной кости 1 distractionный регенерат 11.

На рис. 4 изображен проксимальный отдел бедра после формирования ШДУ в пределах нормы с помощью стержней 10 за счет костного регенерата 11 на месте бывшей опухоли.

Способ осуществляют следующим образом.

Проводят спицы (стержни) через подвздошную кость 9 и нижнюю треть бедренной кости. Продольным разрезом поднадкостнично обнажают ме-

сто перехода здоровой кости в пораженную опухолью 2 со стороны диафиза, которая всегда ограничена эпиметафизарными ростковыми пластинками большого вертела 3 и эпифиза головки бедренной кости 4. На границе патологического процесса 2 со здоровой костью производят остеотомию 6, которая условно разделяет сегмент бедренной кости на два участка – проксимальный отдел 1 и дистальный фрагмент 5.

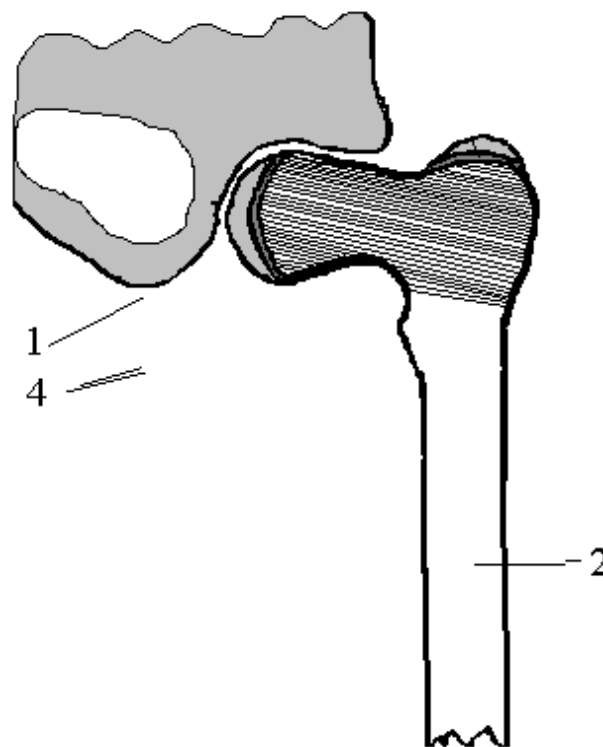


Рис. 4. ПОБК после формирования ШДУ в пределах нормы с помощью стержней 10 за счет костного регенерата 11 на месте бывшей опухоли.

С помощью электрофрезы формируют внутрикостный канал через зону остеотомии с сохранением кортикального слоя, тем самым производя внутрикостную резекцию патологического очага. Проводят стержни 8 через большой вертел под углом 30° во фронтальной плоскости.

В проксимальный отдел бедренной кости 1 после внутрикостной резекции костной опухоли 2 внедряют здоровым дистальным костным фрагментом 5 в образовавшуюся костную полость. При этом проксимальный отдел бедренной кости 1 повернут в вертлужной впадине 7 и ориентирован вдоль оси дистального костного фрагмента 5. Аппарат Илизарова монтируют на опорах на спицах, проведенных через подвздошную кость 9 и спицах проведенных через нижнюю треть бедра.

Не фиксируя опоры аппарата Илизарова резьбовыми штангами, производят поворот проксимального отдела бедренной кости вдоль оси дистального фрагмента и внедряют его в образовавшуюся костную полость. Затем производят полный монтаж опор аппарата Илизарова резьбовыми штангами и внутрикостными стержнями на шарнирных устройствах. Рану ушивают. Устанавливают резиновый дренаж. Аппарат стабилизируют. Через 4-5 дней после операции производят distraction по резьбовым штангам аппарата Илизарова, обеспечивая дозированное перемещение здорового костного фрагмента в костной полости. За счет этого формируется distractionный регенерат 11 с заполнением всей костной полости.

Замещение костного дефекта путем дозированного перемещения фрагмента диафиза кости не

сопровождается нарушением питания его, а сам он, являясь полноценным заместителем, не требует срока перестройки. По заполнению костной полости костным регенератом (рентгенологический контроль) и выхода дистального костного фрагмента из проксимального, с помощью внутрикостных стержней производят формирование шеечно-диафизарного угла бедренной кости в пределах возрастной нормы. Сроки лечения больных предлагаемым способом сокращаются в 2,5-3 раза.

Данный способ обеспечивает малую травматичность операции, удаление патологических тканей в пределах здоровой костной ткани с последующим замещением окружающего дефекта за счет перемещения здорового участка кости без нарушения ее питания и формирования внутрикостного distractionного регенерата с восстановлением формы проксимального отдела бедренной кости, согласно возрастной анатомической нормы позволят избежать рецидивов заболевания.

Клинический пример

Больной Е-ев 9 лет, и/б № 4679, поступил на стационарное лечение с диагнозом: Кистозный процесс проксимального отдела левой бедренной кости. (на рис. 5 представлена рентгенограмма до оперативного лечения). На рентгенограмме определяются кистозный процесс проксимального отдела левой бедренной кости. Проксимально границей кистозного образования является эпифизарная ростковая зона головки бедра, длина образования 7 см. Больной взят на оперативное вмешательство по предлагаемой методике..



Рис. 5. Пациент Е-ев 9 лет, и/б № 4679, поступил на стационарное лечение с диагнозом "Кистозный процесс проксимального отдела левой бедренной кости".

На рис. 6 - формирование внутрикостного дистракционного регенерата. Срок формирования дистракционного внутрикостного регенерата – 52

дня. Затем вторым этапом произведен перемонтаж аппарата для формирования ШДУ. Срок формирования ШДУ составил 24 дня (рис.7, 8).



Рис. 6. Этап лечения того же больного - формирование внутрикостного дистракционного регенерата.



Рис. 7. Этап лечения - формирование ШДУ



Рис. 8. Этап лечения – стабилизация аппарата.

На рис. 9 - рентгенограмма после формирования внутрикостного дистракционного регенерата и ШДУ. На рис. 10 представлен отдаленный результат лечения данного больного через 11 мес.



Рис. 9. Рентгенограмма того же больного после формирования внутрикостного дистракционного регенерата и ШДУ.



Рис. 10. Отдаленный результат лечения данного больного через 11 мес.

Литература

1. Бережной А. П. Кисты костей у детей и подростков (клиника, диагностика и лечение): метод. рекомендации. – Москва, 1985. - 20 с.
2. Горбунова З.И., Бочкарев Т.Ф., Кавтрева И.М. Лечение доброкачественных костных опухолей и пограничных заболеваний длинных трубчатых костей у детей с использованием чрескостного остеосинтеза // В кн.: Организация и лечение детей с ортопедическими заболеваниями и травмами. - Л., 1990. - С. 106-107
3. Злобин А.В., Куфтырев Л.М., Пожарищенский К.Э. Лечение патологическим переломом на фоне костной кисты // Материалы международного конгресса «Медицинская техника на рубеже веков». – Москва, 2010. - С. 75
4. Злобин А.В. Результаты чрескостного остеосинтеза при лече кист в детской ортопедии // Новое в решении актуальных проблем травматологии и ортопедии: сб. науч. трудов. - М., 2000. - С. 15-15.
5. Ивченко В.К., Фадеев Г.И., Швец А.И. Костно-пластические операции при лечении кист костей у детей // Ортопедия и травматология. - 1993. - № 2. - С. 56-61.
6. Григорьев М.Г., Свободова А.М., Абакаров А.А. Отдаленные результаты хирургического лечения доброкачественных опухолей и диспластических процессов у детей // Социально гигиенические аспекты травматизма, восстановления, лечения травматологических и ортопедических заболеваний. - Горький, 1975. - С. 96-101.
7. Шевцов В.И., Латынин П.С., Злобин А.В. Реабилитация больных хроническим остеомиелитом и костными кистами. Часть 1. – Курган: Зауралье, 2003. - С.196-197.
8. Трумель А.О., Фищенко П.Я. Сохранные операции при обширных кистозных поражениях проксимального метафиза большеберцовой кости у детей // Новое в ортопедии и травматологии: сб. трудов юбил. конф. - СПб., 1993. - С. 76-78.
9. Шевцов В.И., Куфтырев Л.М., Пожарищенский К.Э., Злобин А.В. Управляемый чрескостный остеосинтез при лечении больных с костными кистами // Новые технологии в медицине: тез. науч.-практ. конф. Ч.2. - Курган, 2000. - С. 132-133.
10. Шевцов В.И., Куфтырев Л.М., Пожарищенский К.Э. Хирургическое лечение костных кист и фиброзной дисплазии на основе чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова // Гений ортопедии. - 1996. - № 2-3. - С. 119-120.
11. Андреев П.С. Диагностика и лечение кист длинных костей юкстафизарной локализации у детей // Современные аспекты травматологии и ортопедии: тез. доклада итог. науч.-практ. конф. НИЦТ «ВТО». – Казань: Медицина, 1994. - С.138-140.

**АППАРАТ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ОКОЛОСУСТАВНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ КОСТЕЙ
КОНЕЧНОСТЕЙ****Скворцов А.П.**

*Доктор медицинских наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»*

Андреев П.С.

*Кандидат медицинских наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Детская республиканская клиническая больница
Министерства здравоохранения Республики Татарстан»*

Хабибьянов Р.Я.

*Доктор медицинских наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»*

APPARATUS FOR CORRECTION OF PERIARTICULAR DEFORMITIES OF LIMB BONES**Skvortsov A.**

*Doctor of Medical Sciences
State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*

Andreev P.

*Candidate of Medical Sciences
State Autonomous Healthcare Institution "Children's Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*

Khabibyanov R.

*Doctor of Medical Sciences
State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*

DOI: [10.5281/zenodo.17237503](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237503)**АННОТАЦИЯ**

В настоящее время для коррекции околосуставных деформаций костей конечностей широко применяется аппарат Илизарова, состоящим из кольцевых опор, соединенных резьбовыми стержнями с одноплоскостными шарнирами, установленными на вершине деформации. Устранение деформации осуществляют путем выращивания клиновидного регенерата за счет опережающей дистракции на вогнутой стороне деформации. Однако применяемые аппараты вызывают значительные неудобства для больного из-за громоздкости опор и веса конструкции, что затрудняет движения в суставах и ходьбу. Целью нашей разработки явилось повышение «качества жизни» пациента в послеоперационном режиме за счет снижения габаритов и веса применяемой конструкции и обеспечения ранней дозированной нагрузки на конечность, что обеспечивает полноценное формирование дистракционного регенерата заданной формы на

ABSTRACT

Currently, the Ilizarov apparatus is widely used to correct periarticular deformities of limb bones, consisting of annular supports connected by threaded rods with single-plane hinges mounted on top of the deformity. The deformation is eliminated by growing a wedge-shaped regenerate due to advanced distraction on the concave side of the deformation. However, the devices used cause significant inconvenience to the patient due to the bulkiness of the supports and the weight of the structure, which makes joint movements and walking difficult. The aim of our development was to improve the "quality of life" of the patient in the postoperative regime by reducing the size and weight of the structure used and ensuring an early metered load on the limb, which ensures the full formation of distractive regeneration of a given shape on the

Ключевые слова: околосуставные деформации костей конечностей, хирургическая коррекция, аппарат внешней фиксации.

Keywords: periarticular deformities of limb bones, surgical correction, external fixation device.

Введение

Известно, что наиболее часто варусные или вальгусные деформации конечностей возникают на уровне коленного сустава. Обычно они являются

следствием повреждения наружных или внутренних частей метаэпифизарных ростковых зон. В настоящее время коррекция деформаций производится компрессионно-дистракционным методом с

использованием аппарата Илизарова [1, с. 23], состоящим из кольцевых опор, соединенных резьбовыми стержнями с одноплоскостными шарнирами, установленными на вершине деформации. Устранение деформации осуществляют путем выращивания клиновидного регенерата за счет опережающей distraction на вогнутой стороне деформации. Однако применяемые аппараты вызывают значительные неудобства для больного из-за громоздкости опор, что затрудняет движения в суставах и ходьбу. Больного с таким аппаратом невозможно удобно разместить на кровати без дополнительных приспособлений. Кроме того, большое количество проводимых спиц образуют значительный, по своей площади, контакт с мягкими тканями, что является фактором риска возникновения воспалительных осложнений.

Зарубежными авторами для коррекции около-суставных деформаций используются накостные пластины [2, с. 28], фиксирующие фрагменты кости после коррекции (остеотомии) деформированного сегмента. Однако наложение таких конструкций травматично, требует значительного скелетирования кости (хирургического отслоения мягких тканей и надкостницы), что ведет к травматизации остеогенных тканей и недопустимо у детей.

Также применяется устройство для устранения деформаций костей [3, с. 56], содержащее дистальную и проксимальную опоры, связанные резьбовыми штангами с шарнирами в дистальных отделах, и выносные узлы. В этом устройстве, как и в аппарате Илизарова [1, с. 23], для фиксации на конечностях используются спицы, их же используют и для коррекции около-суставных деформаций костей. Упомянутому аппарату свойственны все недостатки, отмеченные при использовании аппарата Илизарова, главным из которых является недостаточная жесткость фиксации костного фрагмента. Для усиления жесткости требуется проведение дополнительных спиц или расположение спиц на опоре на выносных кронштейнах (фиксация на протяжении), что, к тому же, невозможно применить в детской практике из-за короткого фрагмента кости и наличия зон роста. В последнее время, для уменьшения количества спиц, а значит уменьшения риска возникновения воспалительных осложнений, применяются спице-стержневые аппараты.

Целью разработки явилась возможность проведения коррекции около-суставной деформации различных сегментов конечностей. Аппарат для коррекции около-суставных деформаций костей конечностей содержит верхнюю и нижнюю опоры. Он имеет внутрикостные стержни, стержнефиксатор, выносной стержнефиксатор, резьбовые штанги и кронштейны. Упомянутые опоры выполнены в виде пластин, изогнутых по радиусу в собственной плоскости, с выступами, отогнутыми в этой плоскости от концевых отделов в сторону выпуклости пластины. В средней части, вдоль упомянутых пластин, выполнены сквозные овальные пазы, при этом выступы и концевые отделы пластин оснащены отверстиями. Отверстия в выступах располо-

жены к периферии от отверстий в концевых отделах, стержнефиксаторы выполнены в виде прямой призмы, размещенной на бобышке. Упомянутая призма имеет в основании прямоугольник, а по длинной стороне основания - сквозные отверстия для внутрикостного стержня. Бобышка выполнена с квадратным поперечным сечением и сквозным резьбовым отверстием вдоль вертикальной оси. Бобышка имеет возможность установки и фиксации в упомянутых пазах с помощью винта и шайбы. Выносной стержнефиксатор выполнен в виде бруса, имеющего на конце отверстие для внутрикостного стержня, толщину, соответствующую ширине упомянутых пазов, и резьбу по узким сторонам для гаек. Выносной стержнефиксатор имеет возможность фиксации в упомянутых пазах нижней опоры с помощью гаек. В отверстиях, расположенных в выступах и в концевых отделах нижней опоры, установлены, с помощью гаек, резьбовые штанги. На противоположных концах штанг установлены кронштейны, которые встречно соединены винтовыми парами с кронштейнами, закрепленными на концевых отделах верхней опоры, образующими плоские шарнирные соединения. Винты для фиксации стержнефиксаторов в опорах, имеют гладкую шейку между головкой и резьбовой частью, диаметр которой меньше диаметра резьбы винта, а высота шейки должна быть не меньше толщины шайбы. Толщина шайбы должна быть достаточной для нарезания не менее одного витка резьбы диаметром, равным диаметру винта.

Наличие в аппарате всего двух опор необходимо для снижения веса аппарата. Повышение надежности фиксации достигается введением выносного спицефиксатора в виде бруса. Опоры выполнены в виде изогнутых пластин с целью повторения контуров мягких тканей сегмента для более компактного расположения на теле больного аппарата, не препятствующего ношению одежды. Расположение сквозных овальных пазов вдоль опор, в средней их части, необходимо для удобства установки стержнефиксаторов и обеспечения возможности перемещения их квадратных бобышек по сквозным, овальным пазам опор. Изготовление стержнефиксатора в виде прямой призмы с прямоугольником в основании, со сквозным отверстием именно вдоль длинной стороны основания, обеспечивает большую площадь контакта стержнефиксатора и стержня, чем увеличивается жесткость системы, предупреждается деформация стержня при distraction и коррекции.

Квадратное поперечное сечение бобышки для установки и фиксации стержнефиксаторов в пазах опор обеспечивает установку стержнефиксаторов поперек пластины, предотвращает поворот стержнефиксатора вокруг своей оси в пазах опоры, обеспечивает заданное при установке положение стержня.

Крепление стержнефиксатора на опоре аппарата с помощью винта, оснащенного гладкой шейкой, и шайбы с резьбой, соответствующей резьбе винта, облегчает работу хирурга в операционной, уменьшает время операции, т.к. резьбовая шайба,

установленная на шейке винта до монтажа аппарата, оказывается на ней надежно зафиксированной. Крепление резьбовых штанг в выступах и в концевых отделах нижней опоры с помощью гаек, а противоположных концов - в кронштейнах, встречно соединенных винтовыми парами с кронштейнами, закрепленными в верхней опоре и образующими между собой плоские шарнирные соединения, необходимо для вырачивания костного клиновидного регенерата после остеотомии. Коррекция положения отломков кости достигается перемещением гаек по резьбовым штангам, расположенным в выступах нижней опоры, при этом изменяется угол наклона между остеотомированными отломками, что приводит, в конечном итоге, к коррекции формы сегмента, приведению ее к анатомической норме. Применение установленного на нижней опоре выносного стержнефиксатора необходимо для усиления жесткости фиксации фрагмента кости после остеотомии, т.к. известно, что чем больше разнос точек фиксации, тем стабильнее аппарат внешней фиксации. Выполнение стержнефиксатора в виде бруса, с отверстием для стержня на конце, повышает прочность выносной конструкции (резьбовая штанга с установленным на ней, с помощью кронштейна, стержнем, обычно подвержена значительной деформации изгиба при дистракции). Изготовление выносного стержнефиксатора толщиной, равной ширине пазов в пластинах, позволяет перемещать его вдоль пазов опоры, а наличие резьбы по узким длинным сторонам - обес-

печивает возможность его фиксации на опоре и изменение места фиксации стержня в кости. Нарезание не менее одного витка резьбы в отверстии шайбы необходимо для обеспечения навинчивания этой шайбы на соответствующий ей винт.

Общий вид аппарата для коррекции деформации представлен на рис.1. На рис.2 представлен стержнефиксатор с шайбой и винтом.

Аппарат содержит верхнюю 1 (подвижную) и нижнюю 2 опоры в виде изогнутых пластин, вдоль которых, в средней их части, предусмотрены сквозные овальные пазы 3 для установки стержнефиксаторов 4. Стержнефиксаторы 4 изготовлены в виде прямой призмы с прямоугольным основанием, размещенной на бобышке 5, имеющей квадратное поперечное сечение для установки и фиксации стержнефиксаторов 4 в пазах 3 опор 1 и 2.

Стержнефиксаторы 4 крепятся с помощью винта 6 и шайбы 7 на опорах 1 и 2, для чего в бобышке 5, вдоль вертикальной оси стержнефиксатора 4, выполнено резьбовое отверстие 8. Вдоль длинной стороны основания стержнефиксатора 4 выполнено сквозное гладкое отверстие 9 для установки внутрикостного стержня 10.

В отверстиях 11, расположенных в выступах и в концевых отделах нижней опоры 2, установлены, с помощью гаек 12, резьбовые штанги 13, на противоположных концах которых установлены кронштейны 14, встречно соединенные винтовыми парами 15 с кронштейнами 16, закрепленными на концевых отделах верхней опоры 1, образующие между собой плоские шарнирные соединения.

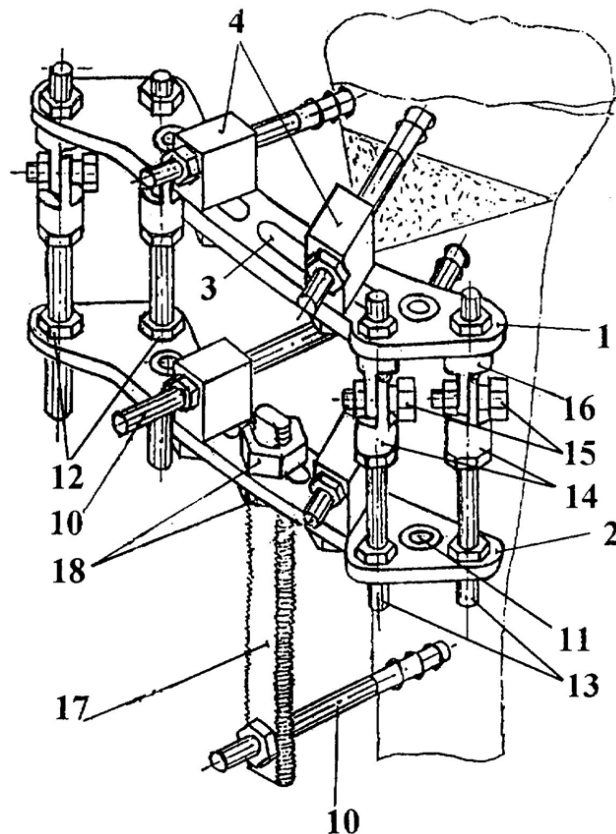


Рис.1. Общий вид аппарата для коррекции деформации

Выносной стержнефиксатор 17 выполнен в виде бруса, с отверстием для внутрикостного стержня 10 на конце, и установлен на нижней опоре 2.

Выносной стержнефиксатор 17 имеет толщину, соответствующую ширине пазов 3, по его узким длинным сторонам нарезана резьба для его фиксации на опоре 2 гайками 18.

Для крепления стержнефиксаторов 4 в опорах 1 и 2 используются винты 6, имеющие между своей головкой и резьбовой частью 18 гладкую шейку 19, диаметр которой меньше диаметра резьбовой части 18, а высота должна быть не меньше толщины

шайбы 7. В отверстии шайбы нарезана резьба, диаметр которой соответствует диаметру резьбы винта 6.

Аппарат используют следующим образом (на примере устранения деформаций области коленного сустава).

В зависимости от вида деформации (вальгусная, варусная), и ее локализации, аппарат накладывают на наружную или внутреннюю поверхности голени или бедра строго во фронтальной плоскости.

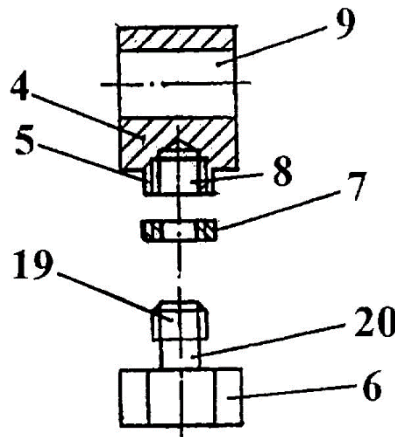


Рис.2. Стержнефиксатор с шайбой и винтом.

Через небольшие проколы мягких тканей с помощью сверла вводят внутрикостные стержни 10 выше и ниже уровня деформации таким образом, чтобы стержни, проведенные выше вершины деформации, располагались в одной (фронтальной) плоскости, а стержни, проведенные ниже вершины деформации - в различных плоскостях. На них, за счет стержнефиксаторов 4, монтируют верхнюю (подвижную) 1 и нижнюю 2 опоры. При этом бобышки 5 стержнефиксаторов 4, имеющие квадратное поперечное сечение, помещают в сквозные овальные пазы 3 опор 1 и 2. Стержнефиксаторы 4 крепят к опорам 1 и 2 с помощью винтов 6 с шайбами 7, для чего в бобышках 5 выполнено резьбовое отверстие 8.

Опоры 1 и 2 соединяют между собой резьбовыми штангами 13, которые с помощью гаек 12 крепят к опорам 2, а на противоположных концах резьбовых штанг 13 устанавливают кронштейны 14, которые встречно соединяют винтовыми парами 15 с кронштейнами 16, закрепленными на концевых отделах верхней опоры 1. Кронштейны 14 и 16 образуют при этом плоские шарнирные соединения.

Для усиления жесткости конструкции, на нижнюю опору 2 устанавливают выносной стержнефиксатор 17, выполненный в виде бруса, с отверстием для крепления гайками внутрикостного стержня 10.

Выносной стержнефиксатор 17 устанавливают в пазах опоры 2, или 1 - в зависимости от локализации деформации, с помощью гаек 18.

Далее осуществляют остеотомию на уровне вершины деформации. На 4-5 сутки после наложения аппарата производят distraction перемещением гаек 12 по резьбовым штангам 13, установленным в выступах нижней опоры. Устранение деформации производят путем выращивания клиновидного костного регенерата.

После периода стабилизации и "созревания" distractionного регенерата аппарат демонтируют. Проводят физио-механотерапию.

Литература

1. Комплект компрессионно-дистракционных аппаратов Г.А. Илизарова для верхней конечности, голени, бедра (КДГ-1А, КДГ-2А, КДГ-3А, КДГ-4А, КДБ-1А, КДБ-2А). Паспорт. А.101.00.00.00.П.С. (Инструкция по эксплуатации и техническое описание). Гудермес. - 1991.
2. Marqoanterior. Совместное издание АО / ASIF и МатисМедикал для России и стран СНГ. №1-2. 2003. с.11. рис.5, 6.
3. Патент РФ №2192198, А61В 17/66, бюл. №31, 2002 г.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАССЕЧЕНИЯ СУХОЖИЛИЙ**Скворцов А.П.**

*Доктор медицинских наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»*

Андреев П.С.

*Кандидат медицинских наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Детская республиканская клиническая больница
Министерства здравоохранения Республики Татарстан»*

Хабибьянов Р.Я.

*Доктор медицинских наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»*

Малеев М.В.

*Кандидат физико-математических наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
Здравоохранения Республики Татарстан»*

A TOOL FOR DISSECTING TENDONS**Skvortsov A.**

*Doctor of Medical Sciences
State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*

Andreev P.

*Candidate of Medical Sciences
State Autonomous Healthcare Institution "Children's Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*

Khabibyanov R.

*Doctor of Medical Sciences
State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan,*

Maleev M.

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences
State Autonomous Institution of Health "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*

DOI: [10.5281/zenodo.17237515](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237515)**АННОТАЦИЯ**

Наличие эквинусной установки стопы характерно для различных врожденных и приобретенных заболеваний у детей, таких как врожденная косолапость, ДЦП и т.д. Эквинусная установка стопы также характерна как осложнение после лечения различных травм и повреждений костей голени, при иммобилизационной установке стопы в эквинусном положении без применения корригирующих стелек и туторов. Консервативное лечение при этом не всегда эффективно, а оперативное лечение направлено на Z-образное удлинение сухожилия и сшивание его концов на необходимую величину. Разработанный инструмент для рассечения сухожилий позволяет продольно рассекать сухожилия без травмирования важных анатомических образований и повреждения кожных покровов, используя при этом небольшой разрез кожи.

ABSTRACT

The presence of an equine foot position is characteristic of various congenital and acquired diseases in children, such as congenital clubfoot, cerebral palsy, etc. Equine foot placement is also characteristic as a complication after the treatment of various injuries and injuries to the shin bones, with the immobilization of the foot in an equine position without the use of corrective insoles and splints. Conservative treatment is not always effective, and surgical treatment is aimed at Z-shaped tendon elongation and suturing its ends by the required amount. The developed tendon dissection tool allows longitudinal dissection of tendons without injuring important anatomical structures and damaging the skin, using a small incision of the skin.

Ключевые слова: ахиллово сухожилие, укорочение, удлинение, инструмент.**Keywords:** achilles tendon, shortening, elongation, instrument.

Введение

Ортопедами применяются различные режущие хирургические инструменты, имеющие одностороннюю заточку [1, с.58; 2, с. 64], используемые для удлинения сухожилий. Однако при закрытом продольном рассечении сухожилий (например ахиллова сухожилия) отсутствие защитных пластин чревато травмированием важных анатомических образований. Кроме того, при рассечении нескольких сухожилий указанными инструментами часты повреждения кожных покровов, что при близком расположении нескольких разрезов вызывает некроз кожи и мягких тканей.

Наиболее близким к разработанному устройству по техническому решению является стернотом [3, с.46]. Устройство содержит рукоятку с шейкой и рабочей частью с вогнутой торцевой кромкой с двусторонней заточкой, причем шейка выполнена с изгибом так, что рукоятка расположена под тупым углом к рабочей части, которая снабжена двумя ограничительными пластинами, установленными по краям режущей кромки, расположенной в плоскости изгиба шейки. Одна из пластин выполнена меньшей площади, чем другая, и установлена с выпуклой стороны изгиба шейки. Однако данное устройство для продольного рассечения сухожилий не применимо, т.к. изогнутая форма режущей кромки и ее расположение рассчитаны на создание оптимальных условий для рассечения кости.

Цель разработки заключается в снижении травматичности и возможности для продольного рассечения сухожилия через небольшие разрезы. Поставленная цель достигается тем, что режущая кромка отклонена от продольной оси на $30 - 35^\circ$, а

ограничительные пластины имеют выпуклую кнаружи форму, причем пластина, выполненная с суживающимся передним отделом, размещена по одну сторону от режущего элемента и имеет удлиненный суживающийся передний отдел (Патент РФ N 2136232).

Выполнение режущей кромки, отклоненной от продольной оси на $< 30 - 35^\circ$, предназначено для облегчения резания при рассечении сухожилий.

Ограничительные пластины необходимы для исключения ранения важных анатомических образований, лежащих под одной из них, и предупреждения повреждения кожных покровов над рассекаемым сухожилием. Выполнение ограничительных пластин с выпуклой кнаружи формой имеет цель равномерного размещения рассекаемого сухожилия в предлагаемом устройстве. Благодаря этому оно на всем протяжении будет иметь одинаковое сечение (по ширине), т.е. примерно по 1/2 части.

Удлиненный суживающийся отдел одной из пластин предназначен для атравматичной отсепаровки рассекаемого сухожилия от подлежащих мягких тканей, а его одностороннее размещение дает возможность вводить рабочую часть через незначительный кожный разрез и производить поперечное надсечение сухожилия перед началом его продольного рассечения.

На рис. 1 изображен общий вид устройства; на рис. 2 - поперечное сечение на уровне рабочей части. Инструмент для рассечения сухожилий содержит рабочую часть 1 с режущей кромкой 2 и ограничительными пластинами 3 и 4 (причем последняя имеет удлиненный суживающийся передний отдел 5) и ручку 6.

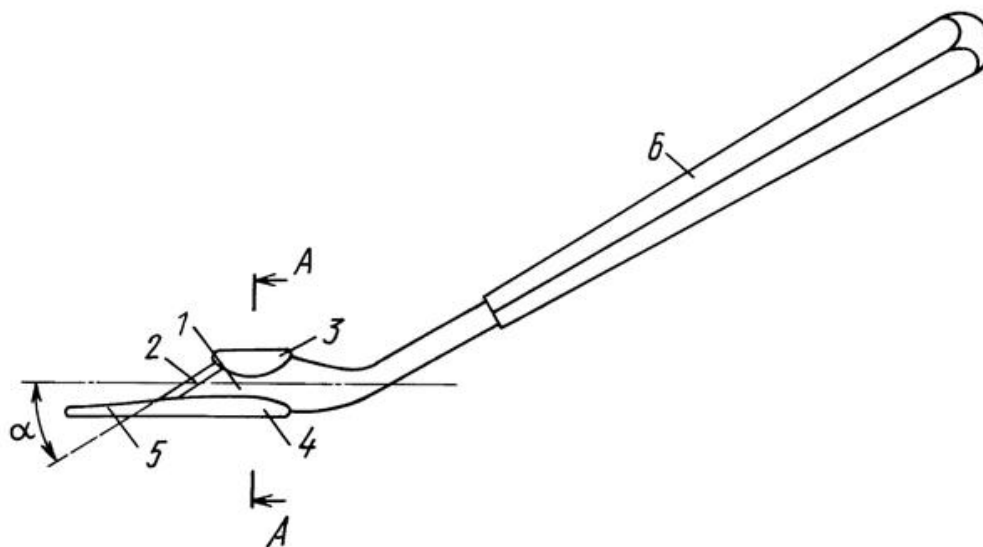


Рис. 1. Общий вид устройства.

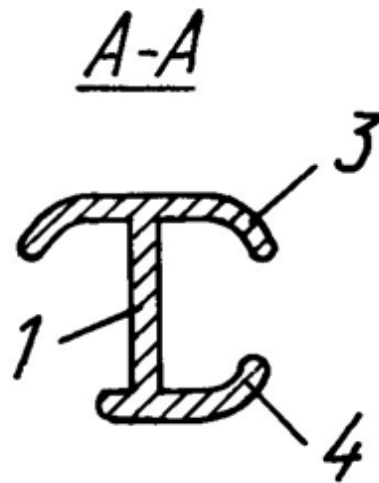


Рис. 2. Поперечное сечение на уровне рабочей части

Устройство работает следующим образом (на примере удлинения ахиллова сухожилия). Производят небольшие (дистальные и проксимальные) разрезы кожи (1 см) вдоль оси сухожилия: один - тотчас выше проекции прикрепления сухожилия к пяточному бугру и другой - проксимальнее в области перехода сухожилия в мышечную часть. Погружая в дистальную рану режущую часть устройства 1 перпендикулярно оси сухожилия изнутри кнаружи, производят его надсечение на 1/2 части режущей кромкой 2 так, чтобы ограничительная пластина 4 находилась под сухожилием, а ограничительная пластина 3 над ним. После чего устанавливают инструмент вдоль оси сухожилия, при этом ограничительная пластина 4 находится под сухожилием, а ограничительная пластина 3 над ним. Введением инструмента вдоль оси сухожилия в проксимальном направлении производят рассечение сухожилия вдоль за счет режущей кромки 2. Суживающийся передний отдел 5 ограничительной пластины 4 отсекает расположенные под сухожилием мягкие ткани, одновременно предохраняя их от рассечения режущей кромкой 2, а ограничительная пластина 3, имеющая выпуклую кнаружи форму, предупреждает ранение расположенных над сухожилием тканей и сохраняет перемещение устройства вдоль сухожилия. Происходит продольное рассечение сухожилия на равные по

ширине части. Аналогичная процедура выполняется через проксимальную рану во встречном направлении, но надсечение сухожилия осуществляется с противоположной стороны. Таким образом, рассечение сухожилия приобретает Z-образный вид. Далее, ручной редрессацией стопа больного выводится в необходимое положение. На кожу накладываются единичные швы, гипсовая повязка.

Клинический пример

Больной М. 7 лет, находился на лечении с диагнозом: эквинусная позиция правой стопы на почве детского церебрального паралича. Больному из небольших разрезов произведено удлинение ахиллова сухожилия предлагаемым устройством. До операции эквинусная позиция стопы была под углом 120°. Стопа после удлинения ахиллова сухожилия вывелась в положении нормокоррекции (90°). После снятия гипсовой повязки определяются незначительные (по 0,7 см) послеоперационные рубцы. Получен хороший функциональный и косметический результат.

Литература

1. Hauptkatalog "Aesculap", 1991, p. 51, катал. номер ВА641, ВА646.
2. Hauptkatalog "Aesculap", 1991, p. 51, катал. номер ОМ680, ОМ681.
3. Стернотом. Патент N 2020886, Б.И. 1994, N 19.

СТЕРНОТОМ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ КИЛЕВИДНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ**Скворцов А.П.***Доктор медицинских наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»***Андреев П.С.***Кандидат медицинских наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Детская республиканская клиническая больница
Министерства здравоохранения Республики Татарстан»***Хабибьянов Р.Я.***Доктор медицинских наук
Государственное автономное учреждение здравоохранения
«Республиканская клиническая больница Министерства
здравоохранения Республики Татарстан»***STERNOTOME FOR THE TREATMENT OF KEELED DEFORMITY OF THE CHEST****Skvortsov A.***Doctor of Medical Sciences
State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"***Andreev P.***Candidate of Medical Sciences
State Autonomous Healthcare Institution "Children's Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"***Khabibyanov R.***Doctor of Medical Sciences
State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical
Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"*DOI: [10.5281/zenodo.17237521](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237521)**АННОТАЦИЯ**

Для лечения килевидной деформации грудной клетки разработано большое количество методов оперативного лечения, основным этапом которых является выполнение стернотомии. Для этого применяются различного вида стернотомы, имеющие свои недостатки, одним из которых является повреждение ретро-стернальных органов. С целью предупреждения данного интраоперационного осложнения разработан и предложен для использования в широкой клинической практике стернотом для лечения килевидной деформации грудной клетки

ABSTRACT

A large number of surgical treatment methods have been developed for the treatment of keeled deformity of the chest, the main stage of which is sternotomy. For this purpose, various types of sternotomes are used, which have their drawbacks, one of which is damage to the retrosternal organs. In order to prevent this intraoperative complication, a sternotome has been developed and proposed for use in wide clinical practice for the treatment of keeled deformity of the chest

Ключевые слова: килевидная деформация грудной клетки, стернотомия.

Keywords: keeled chest deformity, sternotomy.

Введение

Килевидная деформация грудной клетки (КДГК) представляет собой порок развития, проявляющийся в различном по форме и величине выпячивании передней стенки грудной клетки. КДГК, по данным различных авторов [1, с. 116; 2, с. 89] составляет от 6 до 22% от всех врожденных деформаций грудной клетки. Последние, встречаются примерно у 1% людей.

Для лечения данного порока используют хирургические способы, применяющиеся, как правило, по косметическим показаниям. В настоящее

время используют более 10 различных методик торакопластики при килевидной деформации грудной клетки. Все разработанные способы лечения КДГК подразумевают выполнение продольной и поперечной стернотомии передней пластинки грудины с помощью хирургических остеотомов, имеющих на рабочем конце двустороннюю заточку. Данное устройство трудно стабилизировать в процессе работы, так как его необходимо устанавливать перпендикулярно и продольно грудины, а отсутствие ограничителей расположенных в плоскости режущей кромки не исключает повреждение ретро-стернальных органов [3, с. 52].

Некоторыми ортопедами применяется стернотом [4, с. 41], для удобства работы которым шейка стернотома выполнена с изгибом так, что рукоятка расположена под тупым углом к рабочей части. Рабочая часть выполнена с двумя ограничительными пластинами, установленными по краям режущей кромки параллельно друг другу, и перпендикулярно режущей кромке. Одна из пластин выполнена меньшей площади, чем другая, и установлена с выпуклой стороны изгиба шейки, кроме того, выполнение кромок и углов пластин закругленными направлено на снижение травматичности операции. Однако данное устройство, имеющее двойную защиту, не позволяет производить косую стернотомию. Наличие двойной защиты не позволяет производить кортикотомию грудины, что предпочтительнее у детей.

Целью нашей разработки явилась создание конструкции инструмента, обеспечивающая снижение травматичности и профилактику повреждения ретростеральных органов в процессе операции (патент № 2679584).

Это достигалось путем выполнения стернотомов в виде двух составных узлов - лезвия и рукоятки. Лезвие вертикально установлено в сквозной продольный паз прямоугольной формы, выполненный по оси симметрии основания, при этом лезвие имеет прямоугольную форму, режущую кромку с двухсторонней заточкой, и переднюю часть в виде вогнутого зуба с двухсторонней заточкой, переходящую на торцевую поверхность. На заднем торце лезвия выполнены поперечные зубцы для взаимодействия с зубцами ответной формы, расположенными на боковой поверхности паза, а на переднем торце основания, в сквозном, резьбовом отверстии, установлен винт для изменения уровня установки лезвия.

Паз в основании имеет большую длину, чем длина лезвия. Винт снабжен шестигранной головкой, а нижняя поверхность основания выполнена полукруглой формы.

Лезвие, вертикально установленное в сквозной продольный паз, выполненный по оси симметрии основания стернотома, позволяет рассекать костную ткань в продольном направлении.

Выступ на наружной поверхности рукоятки, в области стыка с основанием, расположенный по оси основания, предназначен для нанесения по нему ударов, и обеспечивает рассечение грудины в продольном направлении.

Прямоугольная форма лезвия обеспечивает возможность установки его в паз ответной формы.

Зуб с двухсторонней заточкой, переходящий на торцевую поверхность в передней части лезвия, и двухсторонняя заточка режущей кромки лезвия, облегчает вхождение инструмента в костную ткань грудины, и обеспечивает ее рассечение при выполнении кортикотомии (остеотомии).

Поперечные зубцы на заднем торце лезвия и зубцы ответной формы по внутренней боковой поверхности паза, и винт в резьбовом отверстии на переднем торце основания, обеспечивают установку, и фиксацию, лезвия на необходимом уровне.

Выполнение паза большей длины, чем лезвие, обеспечивает свободную установку лезвия в паз, и возможность изменения уровня его установки, с помощью зубцов на торцах лезвия и паза при «вывернутом» винте, а шестигранная головка винта позволяет манипулировать винтом без применения инструмента.

Полукруглая форма нижней поверхности основания обеспечивает возможность выполнения косой остеотомии во фронтальной плоскости (наклонного, косоуго «распила» костной ткани), так как именно косая остеотомия обеспечивает большую поверхность контакта (соприкосновения) остеотомированных фрагментов, что способствует их более быстрому сращению.

Стернотом изображен на рис. 1; на рис. 2 показано его поперечное сечение.

Устройство состоит из основания 1 прямоугольной формы, в котором, по оси симметрии, выполнен сквозной, продольный паз 2 прямоугольной формы. В паз 2 вертикально установлено прямоугольное лезвие 3, с режущей кромкой 4, имеющей двухстороннюю заточку. Передняя часть 5 лезвия 3 выполнена в виде вогнутого зуба 6, имеющего режущую кромку с двухсторонней заточкой, переходящего на торцевую поверхность 7. На заднем торце 8 лезвия 3, выполнены поперечные зубцы 9. На внутренней боковой поверхности 10 паза 2, контактирующей с лезвием 3, выполнены зубцы (не показаны) ответной формы. Паз 2 выполнен большей длины, чем лезвие 3. На переднем торце 11 основания 1, в сквозном, резьбовом отверстии (не показано) установлен винт 12 с шестигранной головкой. Нижняя поверхность 13 основания 1 выполнена полукруглой формы.

Продольно расположенная рукоятка 14 образует с горизонтальной поверхностью основания 1 тупой угол. Наружная поверхность рукоятки 14, в области стыка с основанием 1, оснащена выступом 15, расположенным по оси основания 1.

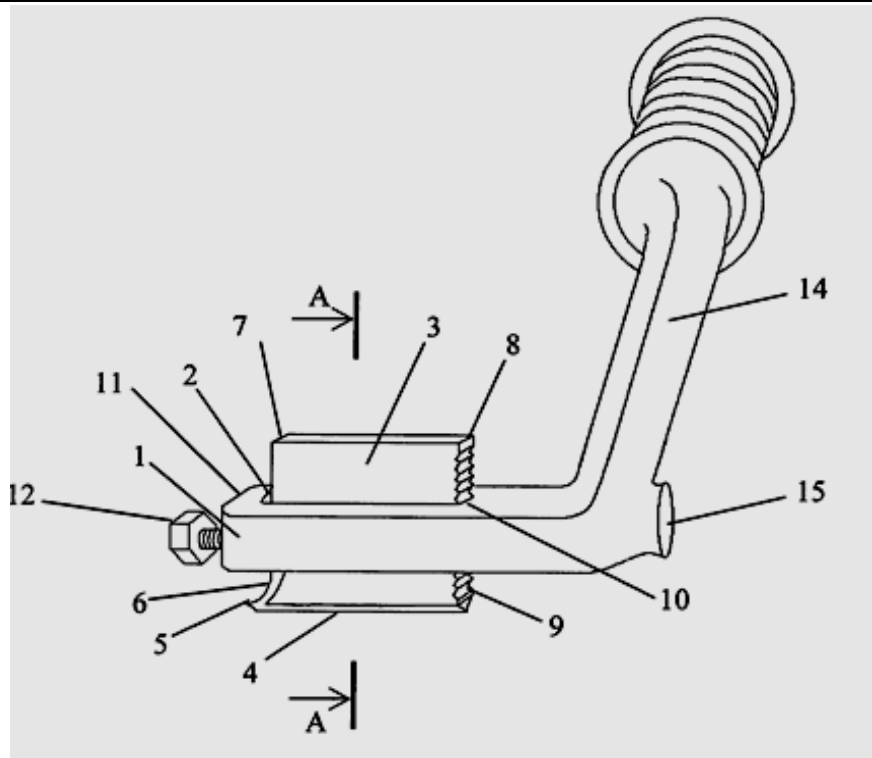


Рис. 1. Вид стернотомы в собранном виде.

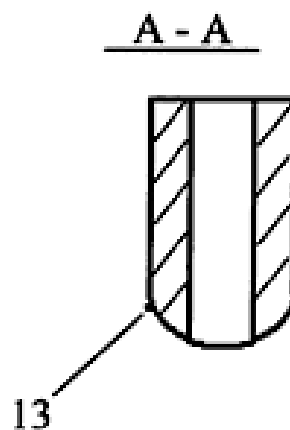


Рис. 2. Поперечное сечение рукоятки стернотомы.

Стернотом используют следующим образом.

Перед оперативным вмешательством, по данным КТ, или рентгенографии, выполненной в строго боковой проекции с учетом выполнения косой остеотомии, определяют величины (глубину) сечения кости. Отвернув винт 12, освобождают зубцы 9 от зацепления с ответными зубцами на внутренней поперечной поверхности 10 паза 2. Лезвие 3, по данным КТ, или рентгенографии, выдвигают на необходимую величину, и фиксируют его на этом уровне винтом 12. Вращение винта 12 за шестигранную головку, по часовой стрелке, перемещает лезвие 3 по продольному пазу 2, при этом зубцы 9 входят в зацепление с ответными зубцами на внутренней боковой поверхности 10 паза 2. По вершине килевидной деформации грудной клетки, по средней линии грудины, продольным разрезом

кожи и мягких тканей, производят поднадкостничное выделение передней стенки грудины и хрящевой части реберных дуг. Инструмент устанавливают вдоль грудины, на передней кортикальной стенке, в намеченном направлении, удерживая его за рукоятку 14. Пользуясь рукояткой 14, производят наклон инструмента для создания косо сечения грудины. Внедряются вогнутым зубом на передней части лезвия в костную ткань, производят серию ударов по выступу 15 и рассекают костную ткань на заданную глубину и необходимую длину. Косую парастернальную тхондротомию на вершине деформаций ребер снаружи - кнутри - к груди выполняют долотом.

Литература

1. О.В. Дольницкий, Л.Н. Дирдовская. Врожденные деформации грудной клетки у детей /Киев: Здоровье, 1978.
2. Баиров, Г. А. Килевидная деформация грудной клетки / Г. А. Баиров, А. А. Фокин // Вестник хирургии. - 1983. - № 2.
3. General catalogue «Aesculap», 1983, p. 569, OsteotomesLambotte FL 104;
4. Патент РФ №2020886, А61В 17/16, Бюл. №19, 1994 г.

PHILOLOGICAL SCIENCES

GAMING TECHNOLOGIES AS A MEANS OF INCREASING MOTIVATION TO LEARN GERMAN

Yusifli A.

teacher

Ganja State University, German Language Department

Ganja, Azerbaijan

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4396-7198>

DOI: [10.5281/zenodo.17237540](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237540)

ABSTRACT

The article examines modern approaches to teaching foreign languages in Azerbaijan, with a special emphasis on the use of gaming technologies in the process of learning German as a second foreign language. The article analyzes the possibilities of digital platforms such as Kahoot, Quizlet and Duolingo, their functions and role in increasing student motivation. Special attention is paid to the effectiveness of gamification in generating interest in learning and enhancing learning activities.

Keywords: gamification, game technologies, German language teaching, foreign languages in Azerbaijan, Kahoot, Quizlet, Duolingo, student motivation.

Introduction. The modern system of foreign language teaching in Azerbaijan is characterized by a desire to integrate innovative methods aimed at increasing student motivation. German occupies a special place here, as it is often taught as a second foreign language after English and is therefore often perceived by students as less important. This necessitates the search for effective pedagogical solutions capable of stimulating students' interest and activity. One such solution is gaming technologies based on the principles of gamification and the use of educational games in the learning process.

Gaming methods in education have a long tradition, but in recent decades they have become particularly relevant due to digitalization and the spread of online platforms. As J. Gee points out, video games and game mechanics are not only entertaining, but also capable of shaping new models of learning, providing students with the opportunity to “try out roles,” experiment, and master language structures in conditions close to real communication (Gee, 2003, p. 45). It is this quality that makes gaming technologies in demand in foreign language teaching, where practice in authentic situations is important.

Empirical studies show that games promote sustained motivation through emotional engagement and active interaction. A meta-analysis by Tsai and Tsai (2018) found that the use of digital games in foreign vocabulary learning significantly increases learning efficiency compared to traditional methods. At the same time, the authors emphasize that success largely depends on the thoughtfulness of the game design and its integration into the overall course of study (Tsai & Tsai, 2018, p. 351). For German as a second foreign language, this factor is particularly important, as students often lack sustained intrinsic motivation.

Research on specialized applications also shows interesting results. For example, T. Deutsch and co-authors (2022) showed that the use of a mobile gaming application by schoolchildren with German as a second language not only improved test results but also formed a positive attitude towards the learning process itself. The authors note that game elements such as scoring

points, passing levels, and visualizing progress increased students' interest and willingness to repeat training (Deutsch et al., 2022, p. 558). These results indicate the promise of systematically introducing game technologies into German language teaching in schools and universities in Azerbaijan.

Thus, the relevance of the study is due to a combination of three factors: first, the need to increase motivation for learning German in Azerbaijan; second, the availability of scientific evidence of the effectiveness of game-based methods in language education; and third, the possibility of adapting both traditional didactic games and modern digital applications to the national context of education. The purpose of this article is to examine the role of game-based technologies in teaching German and to identify their potential for increasing student motivation.

Theoretical basis of the study. Gaming technologies in pedagogy have long been considered one of the most effective tools for stimulating cognitive interest. Their use allows the learning process to be transformed into an engaging interaction, where students are involved in activities through emotions, competition, and cooperation. As noted by R. M. Magomedova (2021), game elements relieve tension in the classroom, eliminate formalism, and turn even routine memorization of vocabulary into a creative exercise (Magomedova, 2021, p. 117).

The psychological aspect is no less important. According to L. D. Ismagilova (2023), game technologies activate internal motivation, as they create an atmosphere of voluntary participation and challenge. In such a situation, students strive for results not only for the sake of grades, but also for the pleasure of the process. In addition, the game situation reduces the fear of making mistakes and encourages more active use of German speech (Ismagilova, 2023, p. 280). In recent years, gamification—the introduction of game elements into a non-game context—has become particularly important.

In teaching German as a foreign language (DaF), this approach is implemented through platforms such as Kahoot, Quizlet, Duolingo, and specialized digital games. According to Y. Alyaz, D. Spaniel-Weise, and

N. Demiryay (2022), the Berlin 3D entdecken project is a successful example of this approach, allowing students to explore the virtual space of Berlin while completing language tasks. The authors emphasize that this format not only increases interest in German culture but also deepens knowledge of the language (Alyaz, Spaniel-Weise & Demiryay, 2022, p. 41).

The use of digital platforms in German language teaching has different specifics and reflects different pedagogical tasks. For example, Kahoot is an interactive online system that allows you to conduct quizzes, surveys, and tests in real time. Its main function is to create a competitive environment: students connect to the game from their smartphones or computers, answer questions, and immediately see their results in a ranking table. This dynamic increases engagement and reduces the stress that usually accompanies traditional testing. Practice has shown that this tool is best suited for testing knowledge and reinforcing material when it is necessary to maintain students' attention and quickly assess their understanding of the topic; this is why researchers emphasize that the use of such game-based tasks reduces fatigue and creates a favorable emotional background for learning (Reinhardt & Sykes, 2014, p. 4). Quizlet has a different logic and offers more opportunities for individual practice. It is based on a system of flashcards that helps students memorize vocabulary, grammatical forms, or idiomatic expressions. An important feature is the variety of modes: from classic word repetition and quizzes to the game formats "Match" and "Gravity," in which students practice under time constraints. Thanks to its flexibility, Quizlet can be used both in class and for independent study, which is especially important in Azerbaijan, where the number of German language lessons is limited and most of the learning takes place through self-study. As confirmed by the results of a meta-analysis, the inclusion of card games in a system of regular repetition increases long-term vocabulary retention and makes the learning process more productive (Tsai & Tsai, 2018, p. 349). Unlike Kahoot and Quizlet, Duolingo is a mobile app designed for self-study. Its structure is based on the principle of a "game marathon": each lesson is a level, points are awarded for correct answers, 'lives' are lost for mistakes, and regular completion of tasks is supported by a system of daily goals and the preservation of "streaks." This helps students develop a consistent habit of daily study, and the short 5-10 minute lessons allow them to integrate German into their everyday lives. At the same time, researchers note that Duolingo covers grammatical structures superficially and requires methodological support from a teacher to compensate for gaps (Luo, 2023, p. 6). For Azerbaijani schools and universities, this app can serve as an additional tool, especially in regions where access to qualified teachers and teaching materials is limited. Berlin 3D entdecken is a specialized digital game designed for teaching German as a foreign language that is of particular interest. Unlike universal platforms, it combines a virtual tour of Berlin with language tasks, providing a unique immersion in the cultural and linguistic environment. Students explore the city's digital streets and landmarks while completing reading, listening, and

speaking exercises. This creates the effect of being present in an authentic environment and develops intercultural competence, which is extremely important when learning a foreign language. The results of the study showed that Berlin 3D entdecken not only improves students' lexical and grammatical skills, but also stimulates their interest in German culture, forming a positive attitude towards the learning process (Alyaz, Spaniel-Weise & Demiryay, 2022, p. 41).

Thus, each of the platforms discussed fulfills its own function: Kahoot provides dynamic group testing of knowledge, Quizlet builds a solid vocabulary through a flexible system of exercises, Duolingo supports regularity of study and independence, and Berlin 3D entdecken compensates for the lack of a language environment and combines language learning with cultural context. Their combined use allows for the creation of a multi-layered methodological system capable of significantly increasing student motivation in Azerbaijan, where German is often less popular than English and requires additional incentives to maintain interest. **Conclusion.** Analysis of the use of gaming technologies in teaching German shows that they can significantly transform the traditional learning process, making it more motivating, flexible, and focused on students' interests. In Azerbaijan, where German is most often studied as a second foreign language after English, the introduction of such tools is particularly important. It compensates for the lack of a natural language environment and increases motivation, which ultimately improves language learning efficiency.

The platforms discussed in the article perform different pedagogical functions and together form a coherent system. Kahoot stimulates student activity through competition, facilitating the process of reviewing and testing knowledge in group work. Quizlet provides systematic reinforcement of vocabulary and grammar, allowing students to expand their vocabulary in an interactive way, both in class and in independent study. Duolingo forms a habit of regular language practice, which is especially valuable in conditions of limited teaching hours and unequal access to qualified teachers in the regions. Berlin 3D entdecken combines language learning with cultural context, creating a unique virtual space where students immerse themselves in a real German environment, developing both language skills and intercultural competence. For Azerbaijan, the prospects for applying these technologies are linked to several key areas. First, they can contribute to improving the quality of education. The inclusion of gaming resources in general education programs will create conditions for students to develop a positive attitude toward the German language from an early age.

Second, the introduction of gaming technologies opens up new opportunities for university education. At the Azerbaijan University of Languages, Ganja State University, and other universities in the country, German is studied as part of philological and pedagogical programs. Here, gaming platforms can be integrated into courses as a tool for independent student work, which will reduce the load on classroom activities and ensure continuity of language practice. Thirdly, digital

educational games can play an important role in shaping the professional training of future German language teachers. Familiarization with the methods of using Kahoot, Quizlet or Berlin 3D entdecken in universities will create the necessary competencies for future teachers to effectively apply game methods in school practice. This is especially important in the context of modernizing the teacher training system in Azerbaijan, where the transition from traditional methods to more innovative ones is in demand. In addition, the widespread introduction of gaming technologies is consistent with the strategy of digitalization of education in Azerbaijan. Government programs aimed at increasing the use of electronic platforms in schools and universities create favorable conditions for the systematic use of gamified resources. Pedagogical innovations in the field of German language teaching can organically fit into this process, and successful experiments based on individual schools or faculties can be scaled at the national level in the future. Finally, the use of gaming technologies not only increases motivation but also helps students develop a range of additional skills that meet modern educational standards. Working with digital applications develops skills in independent information search, critical thinking, communication, and collaboration in a digital environment. Together, this makes the process of learning German more modern and practically relevant.

In summary, it can be noted that gaming technologies are not just an additional methodological resource, but a strategic tool for modernizing German language teaching in Azerbaijan. Their integration into the educational process will enhance the prestige of the German language, strengthen its position in the country's education system, and prepare students for active intercultural interaction in the context of globalization. Prospects for further research are linked to conducting empirical experiments in Azerbaijani schools and universities, which will identify optimal models for implementing gaming platforms and assess their long-term impact on German language proficiency.

References

1. Alyaz, Y. (2016). Digital game-based language learning in foreign language teacher education. *Journal of Education and Learning*, 5(3), 1–13.
2. Alyaz, Y. (2017). A study on using serious games in teaching German as a foreign language. *Journal of Education and Learning*, 6(3), 250–267.
3. Alyaz, Y., Spaniel-Weise, D., & Demiryay, N. (2022). Digitale Lernspiele für den Einsatz im DaF-Unterricht: das Beispiel „Berlin 3D entdecken“. In *Proceedings of CUDES 2022*. <https://doi.org/10.29228/cudes.66943>
4. Deutsch, T., et al. (2022). A game-based learning app for primary school children with German as a second language. In *Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2022)* (pp. 556–561). <https://doi.org/10.5220/0011126300003182>
5. Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan.
6. Ismagilova, L. D. (2023). Игровые технологии в обучении иностранному языку. *Тенденции развития науки и образования*, 5, 279–282. <https://doi.org/10.18411/trnio-05-2023-60>
7. Luo, Z. (2023). The effectiveness of gamified tools for foreign language learning (FLL): A systematic review. *Behavioral Sciences*, 13(5), 389. <https://doi.org/10.3390/bs13050389>
8. Magomedova, R. M. (2021). Игровые технологии обучения иностранному языку: психолого-педагогические аспекты и практическое использование. *Вестник ДГУПС*, 1, 116–121.
9. Reinhardt, J., & Sykes, J. M. (2014). Guest editor commentary: Digital game activity in L2 teaching and learning. *Language Learning & Technology*, 18(2), 2–8.
10. Tsai, Y.-L., & Tsai, C.-C. (2018). Digital game-based second-language vocabulary learning and conditions of research designs: A meta-analysis. *Computers & Education*, 125, 345–357. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.020>

PHILOSOPHICAL SCIENCES

УКРАЇНСЬКЕ ГРОМАДЯНСЬКЕ СУСПІЛЬСТВО: ВІД ПАТЕРНАЛІЗМУ ДО АВТОНОМІЇ

Шоваг В.,

*Аспірант кафедри філософії
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*

Матвієнко О.

*Кандидат філософських наук,
доцент кафедри філософії
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID:0000-0001-8106-1355*

UKRAINIAN CIVIL SOCIETY: FROM PATERNALISM TO AUTONOMY

Shovah V.,

*Postgraduate student of the Department of Philosophy
of SHEI "Uzhhorod National University"*

Matviienko O.

*Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor
Associate Professor of the Department of Philosophy
of SHEI "Uzhhorod National University"
ORCID: 0000-0001-8106-1355
DOI: [10.5281/zenodo.17237840](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237840)*

АНОТАЦІЯ

У статті досліджується трансформація українського громадянського суспільства в умовах війни - від патерналістської моделі до автономної, морально відповідальної форми самоорганізації. Особлива увага приділяється формуванню нової політичної культури, що базується на гідності, стійкості, горизонтальності та етиці творення. Аналіз ґрунтується на філософських ідеях Григорія Сковороди, сучасних соціальних практиках та аналітичних даних. Стаття демонструє, як війна стала каталізатором переходу від оборони до стратегічного творення майбутнього.

ABSTRACT

This article explores the transformation of Ukrainian civil society under wartime conditions — from a paternalistic model to an autonomous, morally responsible form of self-organization. Particular attention is paid to the emergence of a new political culture based on dignity, resilience, horizontality, and the ethics of creation. The analysis draws on the philosophical ideas of Hryhorii Skovoroda, contemporary civic practices, and analytical data. The article demonstrates how war has become a catalyst for the transition from defense to strategic societal creation.

Ключові слова: автономія, гідність, громадянське суспільство, демократія, держава, нерівна рівність, національне самовизначення, патерналізм, політична культура, свобода, Сковорода, соціальна відповідальність, споріднена праця, творення.

Keywords: autonomy, dignity, civil society, democracy, state, unequal equality, national self-determination, paternalism, political culture, freedom, Skovoroda, social responsibility, related work, creation.

Громадянське суспільство - це не лише соціальна структура, а й філософська категорія, що втілює ідеї свободи, відповідальності, солідарності та автономії. В українському контексті воно набуває особливого значення як простір морального вибору, політичної участі та культурної самоідентифікації. Актуальність даного дослідження зумовлена концепцією соціально-історичного розвитку громадянського суспільства в Україні, який нині набуває важливого суспільно-практичного та науково-теоретичного значення.

У сучасному українському контексті, особливо після 2014 року та в умовах повномасштабної війни, громадянське суспільство переживає глибоку трансформацію. Від моделі патерналістської залежності - з очікуванням допомоги від держави - воно поступово переходить до автономної, відповідальної, солідарної форми самоорганізації. Цей

процес супроводжується формуванням нової політичної культури, що базується на етиці творення, а не лише оборони. Метою дослідження є осмислення цього переходу як філософського, соціального та культурного явища, зокрема через призму української традиції - з опорою на ідеї Григорія Сковороди, які пропонують модель моральної автономії, спорідненої праці та внутрішньої свободи.

Поняття громадянського суспільства є одним із ключових у сучасній політичній філософії, соціології та етиці. В українському контексті воно набуває особливої ваги, оскільки пов'язане з процесами демократизації, національного самовизначення та моральної мобілізації в умовах війни. Громадянське суспільство - це не лише сукупність недержавних інституцій, а простір моральної дії, де формується нова етика відповідальності, солідар-

ності та гідності. Громадянське суспільство розглядається як сфера між державою та індивідом, де реалізується свобода, етика взаємодії та соціальна відповідальність. За Гегелем, це «система потреб», що формує моральну основу суспільства. Імануїл Кант наголошував, що «Людина є метою, а не засобом» і саме в громадянському суспільстві ця теза набуває практичного змісту.

Українське громадянське суспільство формується в умовах посттоталітарної спадщини, війни та демократичної модернізації. В процесі становлення і розвитку молодого української державності відбувається зміна типу соціально-політичної системи, що спричиняє переосмислення цінностей, ідеалів та форм участі. Партнерство між владою та громадськістю стає ключовим чинником демократичного розвитку.

Існує три моделі інтеракції між індивідом, державою і суспільством: 1) ліберальна (індивід, як автономна одиниця, що взаємодіє з державою через інституції); 2) комунітарна (громадянськість розглядається як результат спільного життя, солідарності); 3) деліберативна (участь і взаємодія відбуваються через діалог, публічну сферу, раціональне обговорення). Ці моделі дозволяють краще осмислити різні підходи до побудови громадянського суспільства в Україні.

Теоретичними засадами проблеми становлення і розвитку українського суспільства можна вважати ключові соціально-філософські ідеї у світлі поглядів Григорія Сковороди, а саме - автономії через «споріднену працю». Філософ вважав, що справедливе суспільство можливе лише тоді, коли кожна людина займається справою, яка відповідає її внутрішній природі, тобто «спорідненою працею». Це не просто економічна модель, а моральна основа автономного суспільства, де кожен є самодостатнім і водночас пов'язаний із загальним добром.

Сродність у Г. Сковороди є важливим універсальним законом, виконання якого забезпечує мир і порядок, долається соціальне відчуження, вирішуються проблеми нерівності [2; с.15-16].

По - перше, вчення Сковороди про «нерівну рівність» виступає як альтернатива формальному патерналізму. Філософ критикував формальну рівність, яка ігнорує внутрішню різноманітність людей. Натомість він пропонував концепцію «нерівної рівності», де кожен має право на індивідуальність, але водночас - рівні шанси на реалізацію через моральний вибір. Це прямо резонує з ідеєю громадянського суспільства, де автономія не означає ізоляцію, а навпаки - моральну відповідальність перед спільнотою. Право як механізм встановлення справедливості має виходити від людини, виражати не стільки зовнішню, скільки внутрішню правду [2; с.18].

По - друге, поняття волі у концепції Сковороди є політичною категорією, тобто - це не лише внутрішня свобода, а й умова соціального визволення. Вона пов'язана з боротьбою за гідність, рівність і моральний порядок. Це дозволяє трактувати його

філософію як основу для демократичного, автономного суспільства. «Воля пов'язується з боротьбою за національне і соціальне визволення, що є запорукою громадського порядку» [2; 17].

Громадянське суспільство в Україні переживає трансформацію, зумовлену викликами війни, демократичними прагненнями та потребою в нових формах участі. Його роль у забезпеченні стійкості, правозахисту та соціальної згуртованості стала ключовою у період національних випробувань.

У 2023-2024 роках громадянське суспільство демонструє високу адаптивність до умов війни, зокрема через активізацію волонтерських ініціатив, правозахисних організацій та локальних громадських об'єднань. Якщо поглянути на українське суспільство у глобальному вимірі, варто зазначити, що воно є яскравим прикладом мобілізації у кризових умовах, що викликає інтерес міжнародних дослідників та донорів. Так, зокрема, за оцінками Міжнародного фонду «Відродження» українці дедалі більше вірять у свою здатність змінювати країну через громадську активність [3].

З огляду на це є підстави стверджувати, що громадянське суспільство України - це не лише інструмент демократичного контролю, а й рушійна сила трансформацій. Його майбутнє залежить від здатності адаптуватися, зберігати довіру громадян і впливати на політичні процеси.

Щодо історичного контексту варто виділити такі основні етапи становлення українського громадянського суспільства:

- I) 1991- 2004: формування інституцій, слабка участь громадян;
- II) 2004- 2014: Майдан як пробудження громадянської суб'єктності;
- III) 2014 - 2022: волонтерство, самоорганізація, децентралізація;
- IV) 2022 - дотепер: війна як точка морального перелому [7; с. 131].

Ознаками нової політичної культури українського громадянського суспільства є відмова від патерналістських очікувань та зростання горизонтальних ініціатив. У процесі становлення відбувається також чітке переосмислення ролі держави, який виступає вже як партнер, а не опікун. Відповідно яскравими прикладами в цьому сенсі можуть слугувати зокрема ветеранські організації як агенти змін а також певні освітні та культурні ініціативи, що формують нову громадянську етику. А також громадські платформи, які також впливають на політику [1; с.187].

Отже, війна стала не лише викликом для українського суспільства, а й каталізатором глибокої моральної трансформації. Формування нової політичної культури відбувається не в умовах стабільності, а в ситуації екзистенційної загрози, що вимагає від громадян не просто участі, а гідності, витримки та моральної суб'єктності. Ця культура ґрунтується на трьох ключових засадах: 1) гідність як внутрішній імператив; 2) стійкість як форма політичної зрілості та 3) горизонтальна солідарність.

Громадяни діють не з примусу, а з усвідомлення власної відповідальності перед собою, спільнотою та майбутнім. Це відповідає ідеї Сковороди про “внутрішню свободу” як основу справжнього життя. Незважаючи на втрати, руйнування та невідомість, українське суспільство демонструє здатність до самоорганізації, стратегічного мислення та збереження морального компаса [6].

Відсутність централізованих директив не призвела до хаосу, а навпаки - сприяла виникненню мережних форм взаємодії, де довіра, спорідненість і спільна мета стали цементами нової політичної культури [4; с. 5]. Як зазначає А.І. Кудряченко, “громадянське суспільство в Україні поступово набуває рис суб’єкта політичного процесу, а не його об’єкта”, що особливо помітно в умовах війни, коли саме громадяни стали носіями стратегічної ініціативи [4; с.15].

Таким чином, відбувається перехід від оборони до творення, а людська гідність виступає своєрідним джерелом активної творчої діяльності. На початку війни українське громадянське суспільство мобілізувалося навколо оборонних функцій - волонтерство, тероборона, евакуація, гуманітарна допомога. Ці дії були реакцією на загрозу, але вже у 2023-2024 роках спостерігається глибокий зсув: від оборони до творення, від виживання - до формування майбутнього. Цей перехід є не лише функціональним, а й моральним. Він свідчить про те, що українці не просто чинять спротив, а й активно формують нову Україну - з новими інституціями, сенсами та етикою. Зрештою, усі ці приклади свідчать про те, що творення - це не лише соціальна дія, а й моральна практика, що вимагає гідності, стійкості та внутрішньої свободи. Як писав Сковорода, “немає більшої радості, ніж жити в згоді з власною

природою” - і саме ця спорідненість між внутрішнім імпульсом і зовнішньою дією є сутністю українського творення.

Література

1. Гончарук Т. В., Шумка М. Л. Громадянське суспільство в Україні: проблеми становлення та потенціал / Філософія фінансової цивілізації: людина у світі грошей: Матеріали IV Міжнародних філософсько - економічних читань (18-20 травня 2011 року, Львів). Львів, 2011. С. 185-190.

2. Донченко О.І. Система суспільно-політичних поглядів Г. Сковороди. [Електронний ресурс]/ ред. О.І. Донченко, К. 2024, с.15-19. Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2021-3/2>.

3. 24 проекти 2024-го [Електронний ресурс] / Міжнародний фонд «Відродження». 2024. Режим доступу: <https://www.irf.ua/24-of-2024>.

4. Кудряченко А.І. Політична система і громадянське суспільство: європейські і українські реалії [Електронний ресурс] / ред. А. І. Кудряченко. К.: НІСД, 2007. Режим доступу: https://chtyvo.org.ua/authors/Kudriachenko_Andrii/Politychna_systema_i_hromadianske_suspilstvo_ie_vropeiski_i_ukrainski_realii.pdf.

5. Пріоритети громадянського суспільства на 2025 рік: Можливості, виклики та шляхи розвитку. [Електронний ресурс] / Єднання. 2024. Режим доступу: <https://ednannia.ua/novyny/nashi-novini/13086>.

6. Стан розвитку громадянського суспільства в Україні у 2023-2024 роках [Електронний ресурс]/ НІСД, 2024. Режим доступу: <https://niss.gov.ua/publikatsiyi/analitichni-dopovidi/>.

7. Цокур Є. В. Етапи становлення громадянського суспільства в Україні в контексті забезпечення легітимності політичної влади Євген. Політичний менеджмент, №3 с. 129-136.

PSYCHOLOGICAL SCIENCES

INTERPERSONAL CONFLICT STYLES AND RESOLUTION STRATEGIES AMONG GEORGIAN UNIVERSITY STUDENTS

Gvetadze A.

Ph.D.

Invited Lecturer at Caucasus University
Associated Professor at Alterbridge University

DOI: [10.5281/zenodo.17237847](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237847)

ABSTRACT

This article explores the connection between interpersonal conflict styles and conflict resolution strategies among students at Georgian universities. Interpersonal conflict is a common and often unavoidable part of social life, especially within academic environments where students engage in diverse, high-stress interactions. The way individuals handle such conflict—whether assertively, passively, competitively, or collaboratively—can significantly affect their academic relationships, personal well-being, and communication outcomes.

The research employed a quantitative approach, using standardized scales to assess students' dominant conflict styles and resolution preferences. A total of 104 students from various Georgian universities participated in the survey. The findings revealed a strong correlation between assertive conflict styles and constructive resolution strategies, such as collaboration and compromise. Conversely, students who relied on avoidance or competitive tactics were more likely to engage in dysfunctional conflict management. Gender differences also emerged, with female students leaning more toward cooperative strategies, while male students tended toward avoidance or dominance.

These results suggest the importance of cultivating effective conflict management skills within university programs. The ability to approach interpersonal tension with emotional intelligence, assertiveness, and collaborative intent is not only crucial for individual development, but also for fostering a healthy academic environment. This study contributes to the broader field of conflict communication by highlighting the social and cultural factors influencing how young adults in Georgia navigate disagreement.

Keywords: conflict styles, resolution strategies, interpersonal conflict, university students, Georgia, communication, gender differences.

Introduction

Conflict is an inevitable aspect of human interaction, particularly within environments where individuals are required to collaborate, compete, or coexist under pressure. In university settings, students face numerous academic, social, and emotional demands that can give rise to interpersonal disagreements. The way individuals **perceive, engage in, and resolve conflict** plays a crucial role in shaping not only their relationships but also their psychological well-being and academic success (Rahim, 2011).

Interpersonal conflict is defined as a situation in which two or more individuals perceive their goals, values, or interests as incompatible (De Dreu & Gelfand, 2008). While conflict is often viewed as negative, contemporary research emphasizes that conflict is not inherently destructive. Instead, the **strategies used to manage conflict** determine its outcomes—conflict can be a source of growth, innovation, and strengthened relationships if addressed constructively (Deutsch, 2000; Wilmot & Hocker, 2011).

Scholars have identified several key **conflict styles** that individuals tend to adopt in interpersonal situations. These include **avoiding, accommodating, competing, compromising, and collaborating**—each representing a different balance between concern for self and concern for others (Thomas & Kilmann, 1974). The style a person adopts is influenced by personality, cultural background, emotional intelligence, and social learning (Ting-Toomey, 1994).

In academic environments, these conflict styles play a significant role in peer dynamics, group work, and student-teacher relationships. For instance, students who adopt a collaborative or compromising style are more likely to resolve issues constructively, whereas those who avoid conflict or compete aggressively may experience social isolation or unresolved tension (Wilmot & Hocker, 2011). Furthermore, research suggests that **gender** may influence conflict behavior, with female students often leaning toward accommodating or collaborative approaches, while male students may favor competition or avoidance (Portello & Long, 1994).

Despite growing global research on interpersonal conflict, **empirical studies within the Georgian academic context remain scarce**. Georgia's evolving sociocultural landscape—marked by both collectivist traditions and increasing individualization—creates a unique setting in which conflict management patterns may differ from those observed in Western models. University students in Georgia, balancing traditional expectations and modern academic demands, offer a valuable population for exploring how conflict is handled in transitional societies.

This study aims to examine:

1. Which conflict styles are most commonly used by university students in Georgia;
2. How these styles correlate with preferred conflict resolution strategies;
3. Whether gender differences influence conflict behavior;

4. How conflict style and resolution strategy affect interpersonal communication quality.

A **quantitative research design** was used, employing standardized scales to measure both conflict styles and resolution approaches. By analyzing the data, this study seeks to contribute to a deeper understanding of student communication and offer practical implications for improving conflict management training in Georgian higher education.

Literature Review

The Nature of Interpersonal Conflict

Interpersonal conflict arises when individuals perceive a clash between their goals, needs, or values during interaction (De Dreu & Gelfand, 2008). While often viewed negatively, conflict is a natural and sometimes productive component of human relationships. Whether it becomes a source of growth or dysfunction depends on how it is managed (Deutsch, 2000). Particularly in university settings—where students collaborate, compete, and navigate complex social roles—understanding the nature and resolution of conflict becomes essential.

Conflict Styles: Models and Classifications

One of the most widely accepted models of conflict behavior is the **Thomas–Kilmann Conflict Mode Instrument (TKI)**, which classifies conflict styles into five categories: **competing, avoiding, accommodating, collaborating, and compromising** (Thomas & Kilmann, 1974). These styles vary along two axes: concern for self and concern for others. For instance:

- **Competing** is high concern for self and low concern for others;
- **Avoiding** is low concern for both;
- **Accommodating** emphasizes the other person's needs over one's own;
- **Collaborating** seeks win-win outcomes;
- **Compromising** finds a middle ground where both sides make concessions.

Each style may be adaptive or maladaptive depending on the context, relationship dynamics, and emotional capacity of the individuals involved (Wilmot & Hocker, 2011).

In educational settings, collaborative and compromising styles are generally associated with more positive academic and social outcomes (Rahim, 2011). Conversely, reliance on avoidance or competition can lead to unresolved tensions, poor teamwork, and deteriorating relationships (Gross & Guerrero, 2000).

Conflict Resolution Strategies

While conflict style reflects one's habitual response to disagreement, **conflict resolution strategy** refers to the deliberate methods people choose to resolve or de-escalate a conflict. Strategies can be formal or informal, direct or indirect, and are influenced by personal factors such as emotional intelligence, cultural values, and communication skills (Ting-Toomey, 1994).

Constructive resolution strategies include **active listening, empathy, negotiation, and perspective-taking**, which are associated with long-term relationship satisfaction and academic cooperation. On the other hand, destructive strategies—such as **withholding communication, escalation, or manipulation**—

can damage trust and hinder group functioning (Canary & Spitzberg, 1987).

Understanding students' dominant resolution strategies helps educators and counselors tailor interventions that promote healthy conflict management, group effectiveness, and emotional resilience.

Gender Differences in Conflict Behavior

Numerous studies have found gender-related tendencies in how individuals manage conflict. Women are often more likely to adopt **accommodating or collaborative styles**, emphasizing relational harmony and empathy (Portello & Long, 1994; Sillars et al., 1987). Men, by contrast, may show greater preference for **competitive or avoidant behaviors**, particularly in contexts where assertiveness or emotional restraint is culturally reinforced.

In traditional societies—including Georgia—gender norms may shape conflict styles more strongly. Social expectations often discourage open confrontation among women, while encouraging dominance or emotional control among men. However, as Georgia experiences ongoing cultural shifts, generational differences may also emerge in conflict responses among university students (Gabunia, 2024).

Conflict in the Georgian Context

Although international literature on conflict styles is extensive, there is limited empirical research specific to **Georgian university students**. Georgia's unique blend of collectivist heritage and post-Soviet transformation presents a distinct context in which conflict management is shaped by both tradition and modernity. This underscores the importance of localized research that not only applies global frameworks, but also accounts for national and cultural nuances.

Methodology

Research Design

This study utilized a **quantitative, correlational research design** to examine the relationship between interpersonal conflict styles and conflict resolution strategies among university students in Georgia. The design aimed to identify dominant behavioral patterns in conflict situations and assess whether specific conflict styles predict particular resolution strategies or outcomes.

A quantitative approach was selected to enable statistical analysis of standardized data and to ensure replicability and generalizability across similar populations.

Participants

Participants were aged between **18 and 30 years**, and represented various fields of study. The gender distribution included approximately **64% female** and **36% male** participants.

Inclusion criteria were as follows:

- Active enrollment in a Georgian university (bachelor's level),
- Age 18 or older,
- Fluent in Georgian language.

Participants were recruited voluntarily through academic networks and online platforms. All respondents participated anonymously and consented to the use of their responses for academic research purposes.

Instruments

Two primary instruments were used in data collection:

1. Rahim Organizational Conflict Inventory-II (ROCI-II)

Adapted for interpersonal contexts, the ROCI-II measures five primary conflict styles: **integrating (collaborating)**, **obliging (accommodating)**, **dominating (competing)**, **avoiding**, and **compromising** (Rahim, 1983). Items were rated on a **5-point Likert scale** ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree).

Internal consistency for the current study: $\alpha = .874$

2. Conflict Resolution Strategy Scale (CRSS)

This scale assesses the frequency and type of conflict resolution strategies used by participants, including both constructive (e.g., negotiation, collaboration) and destructive (e.g., withdrawal, escalation) approaches.

Internal consistency for this study: $\alpha = .846$

Instruments were translated and back-translated to ensure linguistic and cultural equivalence in Georgian. A pilot test with 10 students confirmed the clarity and comprehension of all items.

Procedure

Data collection was carried out via **Google Forms**. Prior to participation, students were presented with an informed consent form outlining the purpose of the study, voluntary participation, and confidentiality assurances. The average completion time was approximately 15 minutes.

The survey included demographic questions, followed by the conflict style and resolution strategy scales. No identifying information was collected.

The research was conducted in alignment with institutional ethical standards and did not involve any physical or psychological risk to participants.

Data Analysis

All responses were analyzed using **IBM SPSS Statistics (Version 27)**. Statistical procedures included:

- **Descriptive statistics** (mean, standard deviation) to assess dominant conflict styles and resolution strategies;
- **Pearson correlation analysis** to examine the relationships between conflict styles and resolution strategies;
- **Independent samples t-tests** to analyze gender differences;
- **Regression analysis** to test the predictive power of conflict styles on resolution outcomes.

Statistical significance was set at $p < .05$ for all tests.

Results and Discussion

This study examined the relationship between interpersonal conflict styles and conflict resolution strategies among university students in Georgia. The analysis aimed to determine which conflict styles were most dominant, how these styles correlated with resolution strategies, and whether gender influenced conflict behaviors.

Descriptive Statistics

Descriptive data revealed that the most commonly used conflict style among participants was **compromising** ($M = 35.21$, $SD = 5.47$), followed by **collaborating/integrating** ($M = 34.17$, $SD = 6.02$). Less frequently used styles included **avoiding** ($M = 28.93$, $SD = 6.38$), **accommodating/obliging** ($M = 27.45$, $SD = 5.89$), and **competing/dominating** ($M = 25.61$, $SD = 5.73$). These findings suggest that students tend to prefer cooperative and balanced approaches to managing interpersonal conflict.

In terms of resolution strategies, the most common approaches included **negotiation, active listening, and compromise**, indicating a general preference for constructive conflict management.

These results align with previous findings suggesting that university students often prioritize relational harmony and balanced solutions over aggressive or avoidant behaviors (Rahim, 2011; Wilmot & Hocker, 2011).

Correlation Between Conflict Styles and Resolution Strategies

Pearson correlation analysis revealed significant relationships between conflict styles and conflict resolution strategies:

- **Collaborating (Integrating)** style showed a strong positive correlation with **constructive strategies** such as negotiation and open communication ($r = .582$, $p < .01$).
- **Compromising** also positively correlated with constructive resolution ($r = .498$, $p < .01$), suggesting students who adopt this style are more likely to seek win-win outcomes.
- **Avoiding** had a significant negative correlation with constructive strategies ($r = -.326$, $p < .01$), and a positive correlation with **withdrawal and silence** as coping methods ($r = .289$, $p < .05$).
- **Competing (Dominating)** correlated positively with **escalation tactics** ($r = .261$, $p < .05$), including confrontational or rigid behaviors.

• **Accommodating (Obliging)** showed mixed associations: it correlated positively with **passive conflict resolution**, such as yielding or giving in, but negatively with assertive negotiation ($r = -.217$, $p < .05$).

These results reinforce the idea that **students who favor collaborative and compromising styles are more likely to use healthy, dialogue-based strategies**, while those who default to avoidance or dominance tend to adopt less effective or even harmful conflict behaviors (Thomas & Kilmann, 1974; Canary & Spitzberg, 1987).

Gender Differences

Independent samples t-tests indicated several gender-based differences in conflict behavior:

• **Female students** were significantly more likely to use **collaborative and accommodating styles** ($t = 2.13$, $p < .05$), supporting earlier findings that suggest women prioritize relationship maintenance and emotional sensitivity in conflict situations (Portello & Long, 1994).

• **Male students** scored higher on **competitive and avoidant styles**, though these differences did not reach statistical significance at the $p < .05$ level.

In terms of resolution strategies, women were more likely to use **dialogue-based and empathetic approaches**, while men were more likely to rely on **withdrawal or escalation**, reflecting both individual differences and cultural norms surrounding gender and communication in Georgian society (Gabunia, 2024).

Predictive Role of Conflict Styles

Regression analysis confirmed that the **collaborating** and **compromising** styles significantly predicted the use of constructive resolution strategies ($R^2 = .342$), indicating that conflict style accounted for **over 34% of the variance** in resolution approach. This suggests that interventions focused on **developing collaboration and compromise skills** could substantially improve how students handle interpersonal conflict.

These findings are consistent with global research on conflict communication, but also highlight culturally specific dynamics in Georgia's academic environment, where social expectations and emotional expression norms shape how young people respond to disagreement (Ting-Toomey, 1994).

Conclusion

This study explored the relationship between interpersonal conflict styles and conflict resolution strategies among Georgian university students. The findings revealed a clear pattern: students who adopted **collaborative and compromising conflict styles** were significantly more likely to engage in **constructive resolution strategies**, such as negotiation and active dialogue. In contrast, reliance on **avoidant or competitive styles** was associated with more dysfunctional approaches, including withdrawal, passive behavior, or conflict escalation.

The results underscore the importance of developing **interpersonal and conflict management skills** within university settings. As Georgian students navigate complex academic and social environments, their ability to handle disagreement effectively is closely tied to both personal well-being and group functioning. The dominant use of compromising and collaborative styles suggests a promising foundation for strengthening conflict resolution education within Georgian higher education institutions.

Gender differences, while not always statistically significant, suggest that **female students may favor more cooperative and empathetic approaches**, while male students tend to lean toward competitive or avoidant styles. These patterns reflect broader societal influences and highlight the need for **gender-sensitive communication training** that encourages assertiveness, empathy, and emotional regulation for all students.

Despite the valuable insights, this study has limitations. The sample size was relatively small and based on convenience sampling, limiting broader generalization. Self-report measures may have introduced bias due to social desirability. Future research should include larger, more diverse samples and explore longitudinal changes in conflict behavior over time. Additionally, qualitative methods could help reveal the deeper emotional and cultural drivers behind students' choices during interpersonal conflict.

In conclusion, this research contributes to the growing body of literature on student communication and conflict management by offering **empirical evidence from a Georgian cultural context**. The findings support the integration of structured emotional and communication skill development into university curricula—tools that not only reduce conflict but also empower students to build healthier academic and personal relationships.

Acknowledgements

The author extends sincere thanks to the Bachelor student from Caucasus University who conducted the fieldwork for this study. Their commitment and contribution were instrumental to the research process.

References

1. De Dreu, C. K. W., & Gelfand, M. J. (2008). *The psychology of conflict and conflict management in organizations*. Lawrence Erlbaum Associates.
2. Deutsch, M. (2000). Cooperation and competition. In M. Deutsch & P. T. Coleman (Eds.), *The handbook of conflict resolution: Theory and practice* (pp. 21–40). Jossey-Bass.
3. Rahim, M. A. (2011). *Managing conflict in organizations* (4th ed.). Transaction Publishers.
4. Thomas, K. W., & Kilmann, R. H. (1974). *Thomas-Kilmann conflict mode instrument*. Xicom.
5. Wilmot, W. W., & Hocker, J. L. (2011). *Interpersonal conflict* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
6. Portello, J. Y., & Long, B. H. (1994). Gender role preferences and perceptions of assertive conflict resolution styles. *Sex Roles, 31*(9–10), 481–498. <https://doi.org/10.1007/BF01544282>
7. Gross, M. A., & Guerrero, L. K. (2000). Managing conflict appropriately and effectively: An application of the competence model to Rahim's organizational conflict styles. *International Journal of Conflict Management, 11*(3), 200–226. <https://doi.org/10.1108/eb022840>
8. Canary, D. J., & Spitzberg, B. H. (1987). Appropriateness and effectiveness perceptions of conflict strategies. *Human Communication Research, 14*(1), 93–118. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.1987.tb00124.x>
9. Sillars, A. L., Roberts, L. J., Leonard, K. E., & Dun, T. (1987). Cognition during marital conflict: The relationship of thought and talk. *Journal of Social and Personal Relationships, 4*(4), 413–432. <https://doi.org/10.1177/02654075870444004>
10. Ting-Toomey, S. (1994). *The challenge of facework: Cross-cultural and interpersonal issues*. State University of New York Press.
11. Gabunia, L. (2024). კონფლიქტის მართვის კულტურული ასპექტები საქართველოში [Cultural aspects of conflict management in Georgia]. *Georgian Journal of Social Psychology, 5*(2), 55–70.
12. Rahim, M. A. (1983). A measure of styles of handling interpersonal conflict. *Academy of Management Journal, 26*(2), 368–376. <https://doi.org/10.5465/255985>

SOCIAL SCIENCES

INTERCULTURAL COMMUNICATIVE COMPETENCE IN THE FOREIGN LANGUAGE CURRICULUM

Gjinali A.

Prof. Assoc. PhD., University of Tirana, Faculty of Foreign Language, Department of Italian Language, Tirana, Albania

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-5149-7668>

Leka T.

PhD Candidate, University of Tirana, Faculty of Foreign Language, Department of English Language, Tirana, Albania

DOI: [10.5281/zenodo.17237857](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237857)

ABSTRACT

The present paper aims to address an issue closely intertwined with communicative competence in a foreign language. Mastery of a foreign language cannot be separated from the cultural and intercultural communicative competence associated with that language, given the now well-established, inseparable language–culture dyad that underpins the effective knowledge and use of any language.

The study draws on field research conducted in Albanian pre-university education, seeking to identify the challenges encountered in implementing the foreign-language curriculum with respect to the development of communicative competence, as well as the problems or shortcomings observed in its application.

Although carried out within the framework of a broader project—with objectives that address various aspects of the foreign-language curriculum and communicative competence—this paper focuses specifically on cultural and intercultural communicative competence as a fundamental dimension for the most effective development of communicative competence in a foreign language.

This work is undertaken within the project “The Impact of the Curriculum: ‘Competence-Based Teaching’ on the Development of Communicative Competence and Expression among Foreign-Language Students in Albanian Upper Secondary Education,” funded by AKKSHI 2024. Pursuant to Article 10 of Contract No. Prot. 999/12 with AKKSHI, we hereby declare: “This publication was made possible with the financial support of AKKSHI. Its content is the responsibility of the author(s), and the views expressed do not necessarily reflect those of AKKSHI.”

Keywords: foreign language curriculum, communicative competence, culture, intercultural, pupil, teacher.

1. INTRODUCTION

In a world where global communication is a necessity, knowledge of foreign languages and their effective use constitute the foundation of successful interaction; of particular importance, without question, is the knowledge and efficient acquisition of the cultural dimensions that a language embodies.

If language learning is viewed as separate from the culture it represents, we erroneously accept that language consists only of grammatical rules and lexis, detached from the meanings it conveys across diverse communicative contexts. Seen from this perspective, foreign-language didactics has long faced difficulties with communication and with the comprehensibility of texts used in the varied—and often unpredictable—contexts of everyday reality, due to a linguistic–cultural formation that failed to build the linguistic–cultural structures enabling individuals to understand and adapt their communication in both predictable and unfamiliar situations.

Consequently, conceiving language as detached from culture gives rise to issues that may lead to complete communication breakdowns and more.

Ignorance of a language’s culture causes that language to be perceived as entirely separate; beyond its inherently abstract nature, it becomes wholly alienated, confining its learning within a rigid framework, discon-

nected from reality and ill-suited to adapting to the innovations that a language, together with its culture, naturally undergoes over time.

This, inevitably, fosters misunderstandings, misinterpretations, offense, and culture shock during communicative events. These outcomes can, in turn, lead to partial or total breakdowns in communication and hinder its continuation in the future. While such consequences may be minor in ordinary, everyday contexts, they can be highly consequential in matters of significant social, political, or economic importance.

Therefore, to avoid these pitfalls and to achieve successful communication, it is essential to know the culture of the language in question—an imperative that becomes indispensable when integrating into a world different from the one we know.

1.1. CULTURE AS A CONCEPT

Studies and dictionaries offer numerous definitions that ultimately converge on a common understanding: culture is the set of ways a people uses to express itself, taking different forms depending on context and on the meanings to be conveyed (Serragiotto & Celentin).

The foreign-language teaching curriculum is fundamentally oriented toward the development of primary and secondary linguistic skills, interwoven with the sociocultural dimensions of the language, and it takes into account all aspects closely linked to communication-based language learning.

As noted above, language is not merely an aggregate of grammatical rules to be followed. It should be viewed as a vehicle of culture rather than simply one of its specific features [12] [15], thereby situating it within the optic of “civilization”—hence references to Italian, French, or English civilization.

In fact, language cannot be separated from culture, and the Common European Framework of Reference for Languages underscores the importance of sociocultural and pragmatic competence as foundational elements of linguistic and communicative competence [1]. This entails employing methodologies, techniques, and authentic texts in a variety of forms—always mindful of learners’ level and age—thus leveraging all tools offered by modern glottodidactics as means for both linguistic and cultural learning, in line with the cultural knowledge of the foreign language that students must possess to communicate effectively.

1.2. INTERCULTURAL COMMUNICATIVE COMPETENCE

Hofstede clarifies that intercultural communicative competence is grounded in the cultural differences between interlocutors with distinct linguistic and cultural backgrounds, differences that shape their behavior and relationships [11]. The differences he highlights are tied to each person’s cultural background, which we carry with us and mobilize in communication. The cultural formation each of us undergoes throughout life within the communities where we are born, live, and work shapes our worldview, often producing biased and judgmental perceptions. Accordingly, a primary objective of foreign-language teaching is the recognition and acceptance of the other’s diversity without judging or denigrating an unfamiliar culture. This is essential for effective communication in a foreign language—communication that might otherwise generate misunderstandings, disagreements, and even complete breakdowns due precisely to ignorance, distorted judgments, or sweeping stereotypes about our interlocutor’s culture [2] [3] [15]. From this perspective, intercultural communicative competence assumes particular importance in the context of foreign-language learning.

2. LITERATURE REVIEW

Referring to the foreign-language curriculum, we know that its initial objective is the development of the four basic language skills and their integrated use, complemented by grammatical and lexical competence, which together enable learners to use the language effectively in any conceivable communicative context [7]. Another important objective is the development of intercultural competence. As noted above, in today’s global society intercultural competence is as important as linguistic competence because it entails the ability to understand and respect other cultures and to communicate effectively in intercultural situations. Byram emphasizes that language teaching should aim to form “intercultural citizens,” not merely linguistically fluent speakers [5].

Since the classic formulation of communicative competence, communicative approaches have shifted the focus from rule mastery to the ability to act with language—that is, to construct meanings, adapt to con-

text, and negotiate meaning [6]. This logic is inseparable from the cultural dimension: accurate and appropriate language use is conditioned by the norms, values, practices, and semiotic repertoires of the communities in which the language operates [12] [16].

Against this backdrop, intercultural communicative competence (ICC) appears not as a decorative addition but as a fundamental condition for effective communication in multicultural environments. ICC should be conceived as a constellation of open and curious attitudes; knowledge of cultural products and practices; skills of interpretation and intercultural relating; skills of discovery and interaction in new situations; and critical awareness of values [5]. These dimensions give pedagogical meaning to foreign-language education beyond structural accuracy, orienting it toward responsible, appropriate, and ethical interaction [5] [14]. Process models stress that ICC develops gradually through the interweaving of attitudes, knowledge, and skills that yield internal outcomes—such as reflective abilities and empathy—and external outcomes—such as appropriate and effective behaviors [9].

The Common European Framework of Reference for Languages (CEFR) lays the groundwork for integrating the intercultural dimension by categorizing sociopragmatic competence and appropriateness [7] [9]. Its update, the Companion Volume, further strengthens this dimension with descriptors for “pluricultural–plurilingual competence” and “mediation”—areas that require translational interaction among cultural and semiotic repertoires [8]. This pushes the curriculum to operationalize learning outcomes that assess not only “how well the learner speaks,” but also “how they interact” and “how they mediate” meanings across different systems of discursive practice.

At the didactic level, the literature supports learner-centered approaches that simulate authentic language use. Task-based language teaching (TBLT) structures input and output around tasks with communicative objectives (e.g., comparing practices, solving intercultural problems), enabling negotiation of meaning and metapragmatic reflection [10]. Likewise, project-based learning (PBL) affords time and space for teamwork, cultural inquiry, and multimodal production (videos, digital posters, podcasts), linking language to “real-world practices” [16]. These approaches align with the CEFR’s action-oriented perspective and are supported by evidence highlighting the role of authentic tasks in developing interpretation, relating, and cultural mediation skills.

Learning resources play an indispensable role in cultivating ICC. The literature recommends using authentic materials—media texts, advertisements, film excerpts, interviews, and corpora of natural dialogues—that expose learners to register variation, politeness norms, ritual formulas, and emblematic gestures [1] [2] [3]. Careful selection of themes with contrastive potential (e.g., forms of address, indirectness, preferences for explicitness/implicitness, and disagreement management) enables learners to identify “pragmatic risk zones” where misunderstandings arise. This exposure should be accompanied by metadidactic scaffolding—such as charts, concept maps, interaction

schemas, and reflective–analytical writing—in order to institutionalize critical thinking and avoid cultural essentialism.

Assessment is another dimension the literature urges us to revisit. Beyond traditional testing of linguistic accuracy, assessing ICC requires instruments that measure processes such as attitudes, interaction strategies, and mediation—thus, assessment not only of the product based solely on linguistic correctness. The European Language Portfolio and guided self-assessment strengthen the learner’s role as an agent of learning [13]. Rubrics aligned with CEFR descriptors (e.g., for sociopragmatic appropriateness, negotiation of meaning, cultural mediation) and with Byram’s dimensions (1997) create coherence between curricular objectives and assessment practices [5]. Council of Europe studies [4] provide examples of operationalizing learning outcomes for democratic and intercultural competence that are transferable to language curricula.

The literature also underscores the teacher’s role. The teacher is regarded as a “designer of interactional environments” and a “cultural mediator” [12]. This entails professional competence in selecting culturally rich materials and tasks, managing cultural sensitivity in the classroom, modeling pragmatically appropriate language, and integrating digital technologies that expand spaces for interaction. Cultural dimensions shape the reciprocal expectations of educational actors; consequently, continuous teacher training must address not only methodological skills but also competences in mediation and in managing the classroom’s cultural dynamics [11].

Finally, national and institutional settings—such as the Albanian pre-university context—require a “curricular translation” of scientific evidence. Studies suggest pragmatic strategies: introducing intermediate intercultural units at every level; planning contrastive tasks; establishing school partnerships such as twinning; and embedding “mediation” in a targeted way within learning outcomes. Such approaches harmonize CEFR requirements with local needs and contribute to forming the “intercultural citizen,” centering a language user capable of building bridges of meaning, negotiating differences, and acting responsibly in multilingual and multicultural spaces [5] [9].

3. METHODOLOGY

As above-mentioned, this paper forms part of an AKKSHI project that progressed through several phases up to field implementation and is still ongoing. One of its core phases involved designing and administering questionnaires in upper secondary schools across the territory of Albania.

The project team comprises six lecturers from the Faculty of Foreign Languages across three departments—Italian, English, and French—together with doctoral candidates and Master of Teaching students for upper secondary education (AML).

To identify the situation vis-à-vis the project’s objectives, two questionnaires were developed: one for teachers and one for students. Each instrument was structured into multiple sections, every section address-

ing a specific thematic focus, since the project’s research aims encompass a much broader spectrum of field investigation than the scope of this paper.

As noted earlier, the research covers three languages; however, in this article we report only on learners of Italian. Specifically, we address just one of the project’s objectives—intercultural communicative competence (ICC), which is inextricably linked to communicative competence. The principal aim here is to examine whether the curriculum related to communicative competence enables upper secondary (AML) students to meet the objectives associated with this competence. The data presented pertain solely to Italian.

Population and Sample

The target population comprised upper secondary (AML) students in grades X–XII who take Italian as a first or second foreign language, as well as Italian language teachers at these schools. Stratified sampling was employed by school type (urban/rural, public/private) and geographic distribution to enhance representativeness.

In total, the questionnaire was distributed to 5,000 students; responses were completed by 3,836 students and 53 Italian language teachers from upper secondary schools across Albania. School selection aimed for regional representativeness and for varying levels of exposure to Italian.

Unit of Measurement

Two separate questionnaires were developed—one for students and one for teachers. Both structured instruments were organized into thematic sections and employed a 1–5 Likert scale (1 = strongly disagree/very low; 5 = strongly agree/very high), along with open-ended questions in the final section of each questionnaire.

✓ **The structure of the questionnaires:**

The questionnaires are structured as follows:

• **Student questionnaire:**

- Uses a 1–5 Likert scale;
- Thematic sections include subsections focused on specific aspects aligned with the project’s objectives;

- The final section contains open-ended questions in which teachers can freely express their views on the curriculum, the methodologies they use, techniques, materials, technologies, and the challenges encountered in practice.

• **Teacher questionnaire:**

- Uses a 1–5 Likert scale;
- Thematic sections include subsections focused on specific aspects aligned with the project’s objectives;

The final section contains open-ended questions, allowing teachers to freely express their views on the curriculum, the methodologies they use, techniques, materials, technologies, and the challenges encountered in the field.

✓ **Questionnaire distribution:**

The questionnaires were distributed in two ways:

- In person: all team members and the aforementioned students were involved, to mitigate common

issues in questionnaire completion (e.g., lack of motivation, misunderstandings, uncertainty about how to fill in items).

- Online: for distant or physically inaccessible locations, given that the timelines for distribution, collection, and processing were clearly specified in the project.

✓ Data Collection Procedures

The questionnaires were administered over a three-month period, in line with the project plan. A standardized procedure using an anonymous identifier was applied for each school, allowing schools to be distinguished without compromising anonymity. Open-ended responses were collected in parallel for thematic analysis. Quantitative capture was conducted initially via CleanScore Albania, which uses the Remark Software platform, followed by data analysis in SPSS.

Ethics

The study was conducted in accordance with ethical standards for research in pre-university education: prior full information, voluntariness and the right to withdraw without consequences, anonymity, and data confidentiality.

4. RESULTS, DISCUSSION, AND DATA ANALYSIS

Below we present selected results pertaining to the questions on the knowledge and development of intercultural communicative competence, as follows:

In *Fig. 1*—for the question regarding how much students like to learn about cultural differences between languages and whether intercultural pattern comparisons between the two languages are made frequently in class—we find that:

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Strongly disagree	206	5.4	5.5	5.5
	Agree to some extent	610	15.9	16.2	21.7
	Neutral (neither yes nor no)	742	19.3	19.7	41.4
	Agree	1255	32.7	33.3	74.7
	Strongly agree	951	24.8	25.3	100.0
	Total	3764	98.1	100.0	
Missing	System	72	1.9		
Total		3836	100.0		

Fig. 1

Statistics

N	Valid	3764
	Missing	72
Mean		3.57
Median		4.00
Mode		4
Std. Deviation		1.185

Fig. 1.1

From Figs. 1 and 1.1 it emerges that 32.7% agree with the item and 24.8% strongly agree (Mean = 3.57, indicating a tendency toward agreement; Mode = 4; SD = 1.185, reflecting a moderate variability of responses). Thus, about 67.8% appear aware of this important as-

pect of language learning. What is concerning, however, is that 19.3% are neutral, 15.9% only partially agree, and 5.4% are negative (strongly disagree), which signals, to some extent, a lack of awareness, passive engagement, limited interest, and an unclear understanding of this aspect's importance.

In *Fig. 2* — the item: “I am able to distinguish the cultural differences between Italian and Albanian.”

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Strongly disagree	243	6.3	6.5	6.5
	Agree to some extent	762	19.9	20.2	26.7
	Neutral (neither yes nor no)	859	22.4	22.8	49.5
	Agree	1179	30.7	31.3	80.8
	Strongly agree	722	18.8	19.2	100.0
	Total	3765	98.1	100.0	
Missing	System	71	1.9		
Total		3836	100.0		

Fig. 2

Statistics

N	Valid	3765
	Missing	71
Mean		3.37
Median		4.00
Mode		4
Std. Deviation		1.186

Fig. 2.1.

Based on Figs. 2 and 2.1, 30.7% and 18.9% selected *agree* and *strongly agree*, respectively—i.e., 49.6% in total—indicating a considerably developed perceptual ability to identify cultural differences between the languages. However, attention should be drawn to the 22.8% who are *neutral*, 19.9% who *agree to some extent*, and 6.3% who *strongly disagree*. This suggests that a substantial proportion either has not de-

veloped this competence or lacks awareness of it, pointing to an unclear stance, limited use of specific techniques, and insufficient exposure to cultural content in foreign-language learning. Moreover, the Mean of 3.37, with the Median and Mode both at 4, reflects a positive—though not pronounced—tendency, while the SD of 1.186 indicates a moderate dispersion of responses, meaning students' cultural experience and awareness are not evenly distributed.

In Fig nr. 3 – Question: In class, we often make comparisons of cultural patterns between two languages

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Strongly disagree	266	6.9	7.0	7.0
	Agree to some extent	660	17.2	17.4	24.5
	Neutral (neither yes nor no)	842	21.9	22.3	46.7
	Agree	1252	32.6	33.1	79.8
	Strongly agree	764	19.9	20.2	100.0
	Total	3784	98.6	100.0	
Missing	System	52	1.4		
Total		3836	100.0		

Fig. 3

Statistics

N	Valid	3784
	Missing	52
Mean		3.42
Median		4.00
Mode		4
Std. Deviation		1.191

Fig. 3.1

The data presented in Figs. 3 and 3.1 indicate an overall positive trend regarding the presence of intercultural comparisons in foreign-language classrooms. About 53.5% of respondents reported *agreeing* or *strongly agreeing* that comparisons of cultural patterns between the two languages are frequently made in class. This suggests that intercultural practices are incorporated to a meaningful extent in the teaching process. What stands out, however, is the relatively high share—22.3%—who expressed no opinion, remaining *neutral*. This can be interpreted in several ways: either this neutral group has not been fully aware of the integration of cultural elements in instruction, or intercultural comparison activities are limited and sporadic, conducted without systematic organization and clear objectives sufficient to support proper formation. As for those who *strongly disagree* (7%) and *agree to some*

extent (17.4%)—together 24.4%—they do not perceive this practice as being implemented in class. This may signal inconsistent application of intercultural approaches in certain schools, insufficient provision of appropriate comparative activities, or gaps in teacher training on this critical dimension of foreign-language education. The statistical indicators reinforce the positive aspect: a Mean of 3.42—above the neutral level (3)—suggests a tendency toward endorsement of the statement; the Median and Mode are both 4 (*Agree*), indicating that most participants perceive intercultural comparison as present in the classroom; and an SD of 1.191 reflects a moderate dispersion of responses, implying variability in student perceptions without extreme outliers.

In Figs. 4 and 4.1: Do teachers consistently bring into the classroom authentic cultural examples of communicative practices used by Italians, and do students

want more—and more interesting—activities and materials to be used in class?

The teacher constantly brings to the classroom (authentic) cultural examples of communication used by the Italian and we discuss the intercultural differences between the two languages

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Strongly disagree	231	6.0	6.1	6.1
	Agree to some extent	607	15.8	16.1	22.2
	Neutral (neither yes nor no)	739	19.3	19.6	41.8
	Agree	1231	32.1	32.6	74.4
	Strongly agree	968	25.2	25.6	100.0
	Total	3776	98.4	100.0	
Missing	System	60	1.6		
Total		3836	100.0		

Fig. 4

Statistics

N	Valid	3776
	Missing	60
Mean		3.56
Median		4.00
Mode		4
Std. Deviation		1.204

Fig. 4.1

Based on the above results, 57.2% of students respond positively to the fact that teachers bring authentic examples into the classroom and they value this as a teaching practice. Nevertheless, a considerable share—19.3%—remain neutral, which may indicate limited exposure to culturally rich authentic materials. Moreover, the fact that 22% expressed dissatisfaction—6.1% *strongly disagree* and 16.1% *agree only partially*—suggests that intervention is needed in this area. Regarding the statistical indicators, both the Mode and the Median are 4, indicating a positive tendency in responses; the Mean of 3.56 also points to a positive inclination and acceptance. The SD of 1.204 shows that students' experiences are varied rather than homogeneous.

5. CONCLUSION

From the results obtained regarding the intercultural dimension in foreign-language classrooms, it emerges that, overall, the context is positive with respect to the development of intercultural communicative competence. However—as noted above—a non-negligible share of respondents remains neutral, only partially in agreement, or in outright disagreement. This indicates a need for targeted intervention so that this proportion of students can shift their views about the development of this skill in language classes, and so that teachers are encouraged to analyze learners' needs, adjust instructional formats, and increase the use of varied games and techniques that foster the acquisition of this competence.

We believe that, to achieve better acquisition, teachers should incorporate dedicated cultural units into foreign-language lesson plans, focusing not merely on presenting cultural models per se, but on offering

points of contact between the two cultures: the values they convey, their diffusion, historical background, the forms of communication between them, and how these are deployed in everyday interaction.

We further suggest foregrounding student-led projects in lesson organization, through which learners—via exchanges with foreign peers—present newly learned cultural elements while highlighting their importance, points of comparison, usage, and appropriate contexts of use. This can be implemented in many diverse ways (e.g., investigations of cultural elements such as superstitions or nonverbal communication). Equally, there should be broader and more diversified use of authentic materials—now more accessible than ever—where technology can strongly support both teacher and learner. Songs, films, interviews, podcasts, and TV programs can be employed, with careful selection by the teacher in line with students' age, level, and interests.

While contemporary language textbooks are built on a communicative approach and offer a variety of cultural models, no single book can meet all learner needs. In this respect, the teacher remains the central figure who must enable the development of this essential competence for the formation and effective use of a foreign language. Today, teachers have virtually unlimited training options and materials at their disposal; nonetheless, careful selection and use are crucial, aligned with learners' interests, age, needs, and learning objectives.

Based on students' views, teachers and schools should also develop activities that provide more frequent contact with native speakers, allowing students to

practice the foreign language in varied, real-world contexts. Immersion in an authentic linguistic environment makes possible the genuine acquisition of this competence at the level and quality required for effective, long-term communication. Such activities may include cultural visits, ongoing communicative exchanges (including virtual) with peers from the language's country of origin, and the implementation of joint cultural projects, among others. Naturally, all of this requires well-studied planning grounded in learners' needs and interests; but with commitment and goodwill, satisfactory results are entirely achievable.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank AKKSHI for enabling and financing this work; the University of Tirana, Faculty of Foreign Languages; CleanScore Albania; the project team; the schools, teachers, and students; and all those who made the realization of this project possible.

References

- Balboni, P.E. (2015) La comunicazione interculturale e l'approccio comunicativo: dall'idea allo strumento. *EL.LE* 4 (1). <https://edizionicafoscari.unive.it/media/pdf/article/elle/2015/1/art-10.14277-2280-6792-121p.p>
- Balboni, P.E. (2007). *La comunicazione interculturale*. Venezia: Marsilio.
- Balboni, P.E. & Caon, F. (2015). *La comunicazione interculturale*. Venezia: Marsilio
- Barrett, M. & Byram, M. & Lázár, I. & Mompoint-Gaillard, P. & Philippou, S. (2014). Developing Intercultural Competence through Education, Pestalozzi series No. 3. Council of Europe Publishing https://www.researchgate.net/publication/350443163_Developing_Intercultural_Competence_through_Education
- Byram, M. (1997). *Teaching and Assessing Intercultural Communicative Competence. Multilingual Matters*. https://spada.uns.ac.id/plugin-file.php/253332/mod_resource/content/1/ICC%20Byram.pdf
- Canale, M., & Swain, M. (1980). Theoretical Bases of Communicative Approaches to Second Language Teaching and Testing. *Applied Linguistics*, 1(1), 1-47 https://www.researchgate.net/publication/31260438_Theoretical_Bases_of_Communicative_Approaches_to_Second_Language_Teaching_and_Testing
- Council of Europe. (2001). *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment (CEFR)*. <https://rm.coe.int/common-european-framework-of-reference-for-languages-learning-teaching/16809ea0d4>
- Council of Europe. (2018). *Common European Framework of Reference for Languages: Companion volume with new descriptors*. Council of Europe Publishing. <https://rm.coe.int/cefr-companion-volume-with-new-descriptors-2018/1680787989>
- Deardorff, D. K. (2006). Identification and Assessment of Intercultural Competence as a Student Outcome of Internationalization. *Journal of Studies in International Education*, 10(3), 241-266. <https://doi.org/10.1177/1028315306287002>
- Ellis, R. (2003). *Task-based Language Learning and Teaching*. Oxford University Press. <https://archive.org/details/taskbasedlanguag0000elli/page/n5/mode/2up>
- Hofstede, G. 2003. *Cultures and Organizations: Intercultural Cooperation and Its Importance for Survival – Software of the Mind*, Profile Books, London
- Kramsch, C., (1998), Third Culture and Language Education in *Context and Culture in Language Teaching*. Oxford: Oxford University Press.
- Little, D. (2005). The Common European Framework and the European Language Portfolio: Involving learners and their judgments in the assessment process. *Language Testing*, 22(3), 321–336. <https://doi.org/10.1191/0265532205lt311oa>
- Prnjat, Z. & Guglielmi, L. (2008). La competenza comunicativa interculturale e l'insegnamento delle lingue straniere, *Bolletino ITALS*, 26, *Supplemento alla rivista EL.LE*. <https://www.italis.it/la-competenza-comunicativa-interculturale-e-linsegnamento-delle-lingue-straniere>
- Seraggiotto, G. & Celentin P. Il fattore culturale nell'insegnamento della lingua, Laboratorio Itals. <https://www.italis.it/alias/il-fattore-culturale-nellinsegnamento-della-lingua>
- Widdowson, H. G. (1978). *Teaching Language as Communication*. Oxford University Press.

TECHNOLOGICAL CHALLENGES OF THE CIRCULAR ECONOMY

Pavliashvili S.

*Member of the National Academy of Georgia, Doctor of Economic Sciences, Professor,
Tbilisi, Georgia,*

Tokmazishvili M.

Doctor of Economic Sciences, Professor, Alte University, Tbilisi, Georgia

DOI: [10.5281/zenodo.17237862](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237862)

ABSTRACT

The article reviews the technological, standardization, and product design challenges of the circular economy in Georgia. The implementation of the circular economy, aimed at maximizing resource use and minimizing waste, represents a challenge for countries. The study shows that outdated infrastructure, limited R&D capabilities, lack of standards and metrology, and product designs that are difficult to recycle create significant barriers. The article emphasizes that the effective implementation of sustainable circular practices requires the modernization of technological processes, support for innovation, improvement of standardization, and changes in product design. The analysis is important for Georgia as a country striving to strengthen the model of a sustainable economy through optimized resource use and the preservation of environmental sustainability.

Keywords: circular economy, technological challenges, product design, standardization, metrology, waste management, recycling, sustainable development, innovation, Georgian economy.

Introduction

The circular economy, as an economic model aimed at maximizing resource utilization, minimizing waste, integrating technologies, and maintaining environmental sustainability, differs from the traditional linear economic model, in which resources are consumed, used, and accumulated as waste. In contrast, the circular economy reduces waste and enhances positive environmental impacts by reusing resources and products, as well as through the application of modern technologies such as digital platforms, artificial intelligence, blockchain, automation, and green innovations.

The transformation toward such an economy involves the participation of companies, consumers, and governments in processes of recycling, repair, modernization, and the implementation of innovative technologies throughout the entire product lifecycle. This optimization of product use not only generates economic benefits but also contributes to ecological sustainability and the fight against climate change.

The shift to a circular economy also implies the adoption of new business models, such as resource recovery, after-production product servicing, recycling, refurbishment, and the use of digital technologies to enhance resource efficiency. These processes support the development of a more sustainable and innovative economic model, which in the future will help conserve natural resources, mitigate climate change, and harness technological progress for environmentally responsible development.

In Georgia, several key elements support the development of the circular economy and its technological aspects. Within the framework of European Union projects aimed at reducing waste and promoting recycling, information technology systems have been developed in Georgia to study and optimize waste management and prevention processes (REC Caucasus). In addition, blockchain is used to enhance transparency, sustainability, and efficiency in green supply chains (Prokopenko et al., 2025). Through innovative practices and government support, the Georgian Innovation

and Technology Agency (GITA) actively promotes research and academic collaboration, the commercialization of R&D, and technological development, all of which are essential for strengthening the technological foundation of the circular economy within the context of global sustainability goals (UN). The combination of these elements has ensured significant progress in the country's transition toward a circular economy.

Research Goal and Methodology

The primary objective of this study is to explore and analyze the main barriers that hinder the implementation of the circular economy in Georgia. Particular attention is directed to three interrelated dimensions. First, the technological challenges, which include outdated infrastructure, limited research and development capacities, and insufficient innovation potential. Second, the challenges associated with standardization and metrology, where the lack of national standards, low awareness across industries, and a heavy reliance on international frameworks significantly restrict progress. Third, the limitations of product design, as many goods are characterized by short lifespans, use of non-recyclable materials, and poor reparability, thereby obstructing sustainable consumption and production cycles. Taken together, these barriers reveal systemic gaps that impede the transition toward sustainable development. Consequently, the study seeks not only to diagnose the existing shortcomings but also to propose potential directions for enhancing Georgia's preparedness for adopting a circular economy model.

The methodological framework of the research is grounded in a qualitative and analytical approach. The study relies primarily on desk research, encompassing a review of existing academic literature, international policy documents, as well as Georgian national strategies and regulatory frameworks. Comparative analysis is applied to evaluate Georgia's practices in relation to those of the European Union and other countries with more advanced circular economy policies.

Technological Barriers

The implementation of the circular economy in different countries is closely tied to the structural characteristics of their economies and largely depends on the creation and application of advanced technologies for material recycling, remanufacturing, and reuse. These technologies may not be fully developed or widely accessible, which significantly hinders the adoption of circular economy practices. Various scientific studies have examined these barriers across industrial sectors (Hossain et al., 2024).

Remanufacturing has limited capabilities. In the automotive industry, the reuse of old vehicle parts requires precision and advanced technology. However, current remanufacturing processes can be labor-intensive and technically complex, limiting the broader adoption of such practices.

Challenges also exist in the development of biodegradable materials. Designing biodegradable packaging materials that can replace traditional plastics remains a major technological challenge, as they require industrial composting facilities for proper decomposition. Since such facilities are not widely available, their effectiveness is limited.

Product design for circular purposes is constrained. Designing products for disassembly and recycling is essential for circular practices but often conflicts with other requirements such as durability, performance, and aesthetics. In the consumer electronics sector, products are often sealed to prevent damage and enhance durability, but this makes them difficult to recycle. The absence of design standards in many industries further complicates efforts to create high-quality, easily recyclable products.

Recycling of materials such as aluminum or glass is tied to energy-intensive processes. Although aluminum recycling saves about 95% of the energy required for primary production, recycling facilities still demand high energy inputs. Similarly, glass recycling requires high temperatures, making it more energy-intensive and costly compared to other materials.

The management of the circular economy suffers from a lack of digital tools. It requires robust digital platforms for material tracking, reverse logistics management, and resource optimization. However, many industries lack the necessary infrastructure to support these processes. For example, the construction industry often relies on traditional methods of material monitoring, which results in inefficient resource use and persistent waste. Developing and deploying digital technologies and platforms is both technologically complex and costly.

In waste-to-energy processes, inadequate technologies are often employed. In managing organic waste, the efficiency and scalability of technologies are limited, as small-scale production may not be economically viable without subsidies.

Material quality declines as a result of recycling. This is particularly evident in the textile industry, where recycled fibers are weaker and less durable than virgin fibers, limiting their usability. Improving the quality of recycled materials through better technologies remains a major challenge for the textile sector (Schnatmann et al., 2023). Many sectors, particularly

consumer goods manufacturing, also suffer from a lack of effective infrastructure.

In Georgia, the transition to the circular economy and the strengthening of its technological foundation face significant challenges today. These problems are interlinked and create serious barriers to recycling, waste management, and technological progress.

First, limited access to high-quality technologies is one of the country's most pressing issues. Existing recycling infrastructure is insufficient and often outdated, especially in handling specialized waste such as batteries, electronic devices, and oil residues (Rizos et al., 2022). According to statistical data, only about 1.3% of waste is recycled, while 90% ends up in landfills (Mihai et al., 2024; ISET, 2022).

The second major challenge relates to the low level of innovative capacity, particularly limited R&D and reliance on imports. Existing recycling plants often fail to meet modern technological or environmental standards, while the country's research and development activities remain underdeveloped, resulting in a low rate of innovation adoption and the persistence of outdated practices (ISET, 2021).

The deficit in scientific and innovative processes is another significant obstacle. The commercialization of academic and scientific research is limited.

Ultimately, technological lag and gaps compared to international practices exacerbate the situation. Georgia suffers from a technological deficit caused by low capacity to acquire and implement advanced technologies (Reuter, 2012).

Thus, the transition to a circular economy model in Georgia occurs under conditions shaped by a combination of problems—outdated technological infrastructure, limited R&D capacity, and divergences from international standards.

Standardization and Metrology

As researchers note, there is a lack of measurement standardization and metrology in the practice of sustainable economy (Technopolis Group, 2016; Waryam et al., 2024). Without clear standards, it is difficult to assess progress and efficiency. Standards and metrology are crucial for the implementation and evaluation of sustainable economic practices, but they can also become barriers when absent, inconsistent, or overly rigid.

According to research, one of the main challenges in sustainable economic practice is the lack of standardization and metrology (Technopolis Group, 2016). Without clear standards, it is difficult to measure progress and effectiveness, which complicates the adoption of circular practices (European Commission, 2020; ISO, 2021). The absence of standards or the improper use of terms such as “recyclable,” “biodegradable,” and “compostable” creates confusion among consumers and businesses, limiting effective waste management (UNEP, 2022).

Moreover, differences in recycling standards across regions and countries further complicate company operations, particularly when products are sold in multiple markets (OECD, 2021). For example, in the construction industry, recycled materials often fail to

meet existing standard requirements despite their technical suitability, which hinders the wider adoption of circular practices (Geissdoerfer et al., 2017).

In the absence of standardized metrology, companies face difficulties in assessing the progress of their products and processes, as well as in benchmarking against international references. The limited availability of certification systems may also act as a barrier, as companies are unable to obtain recognized certificates to validate circular practices (Kirchherr et al., 2018).

Additionally, the lack of labeling makes it harder for consumers to choose environmentally friendly products. Without standardized marks, companies struggle to market their circular products and communicate effectively with consumers (ISO, 2021). At the same time, strict material standards and overly rigid regulations—often designed for a linear economy—complicate the use of secondary materials and the adoption of circular business models (Geissdoerfer et al., 2017; UNEP, 2022).

Standardization and Metrology in Georgia

Many sectors in Georgia still do not apply modern principles of metrology, which directly affects product quality. The level of metrological culture, particularly in the regions, indicates the underdevelopment of the field (New Press, 2021).

The lack of R&D and innovation creates further difficulties. The development of standards is largely dependent on international and regional frameworks (GEOSTM, 2022).

Accessibility to standards is also problematic. Despite cooperation with ISO, society and industry often fail to use standards effectively. The registration and translation of international standards is technically and administratively complex, making their timely adoption more difficult (GEOSTM, 2022).

Awareness of metrology and standards is low in the regions. Training in this direction has only recently begun. For small enterprises, metrological services are often inaccessible, increasing risks related to product quality (New Press, 2021).

In the typology of standards within GEOSTM's national registry, international standards (ISO, IEC) account for about 50%, European standards (CEN/CENELEC) make up 47%, while national standards (GES) comprise only 3%. Each year, GEOSTM adopts approximately 2,000 standards.

Significant challenges in the field of standardization and metrology in Georgia are associated with several aspects. The national standardization system is markedly underdeveloped and heavily dependent on international standards, which hinders the independent development of local standards. Finally, although the annual dynamics of standardization are growing and new standards are being adopted, domestic innovations remain insufficiently represented. This increases reliance on global standards and creates obstacles for the country's industrial development.

Product Design

Product design plays a crucial role in enabling the transition to a circular economy, as the way a product is developed determines how easily it can be recycled, reused, and managed efficiently in terms of resources.

Traditionally, products are created with a short lifespan; for example, smartphones with built-in batteries force consumers to replace the entire device, which increases electronic waste.

In addition, the use of non-recyclable or difficult-to-process materials, such as multilayer packaging, limits material circularity and reduces recycling efficiency. Complex products that combine different types of materials make disassembly and recycling more difficult. The lack of standardization also hinders repair or upgrading of products; for example, furniture often uses unique connectors that are incompatible with other brands and models.

Aesthetics-oriented design, especially in the fashion industry, often relies on low-quality materials, resulting in short product lifecycles and increased waste. Many household appliances and electronic products are not designed for disassembly because they contain glued or welded components, which complicates repair and refurbishment. In electronics, toxic materials such as lead or mercury are sometimes used, creating barriers to safe recycling and recovery processes.

In the food and beverage industry, many products are designed for single use, such as disposable cups, plates, and cutlery, which further complicates waste reduction efforts and discourages the reuse of materials.

Conclusion

The implementation of the circular economy in Georgia is associated with significant challenges in technological, standardization, and product design aspects. The outdated technological infrastructure, limited access to high-quality recycling processes, and the lack of R&D and innovation capabilities hinder the adoption of modern circular practices.

The absence of standardization and metrology restricts waste management, product quality control, and compliance with international standards. Moreover, product design often fails to incorporate circular principles: products with short lifespans, hard-to-recycle materials, lack of reparability and disassembly, as well as aesthetics- and single-use-oriented designs, increase waste and obstruct efficient resource management.

Therefore, while the development of the circular economy in Georgia indeed requires the introduction of innovative technologies, the establishment of standards, and the modernization of product design in order to build a sustainable, efficient, and environmentally responsible economic model, this process is unfolding slowly, being heavily dependent on global challenges and their resolution.

References

1. EU. (2020). *Circular economy action plan*. https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en
2. GEOSTM. (2022). *Annual report on standardization and metrology in Georgia*. <https://www.geostm.ge/en/reports>
3. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

4. Hossain, M., Park, S. K., & Suchek, N. (2024). Circular economy: A review of review articles. Preprint, ERP Environment and John Wiley & Sons Ltd. https://www.researchgate.net/publication/381776529_Circular_Economy_A_Review_of_Review_Articles
5. ISET Policy Institute. (2021). *Sector and value chain analytics*. <https://iset-pi.ge/storage/media/other/2023-02-03/57649550-a3a4-11ed-9441-79a2f6942078.pdf>
6. ISO. (2021). *ISO 14021: Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)*. <https://www.iso.org/standard/66652.html>
7. Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2018). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
8. Mihai, F. C., Ishchenko, V., Iordachi, V., Ivanova, V., & Dzebisashvili, N. (2024). Circular economy and waste management in Eastern Europe. In *Circular Economy* (pp. 57–95). Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska. https://www.researchgate.net/publication/387363667_Circular_Economy_and_Waste_Management_in_Eastern_Europe
9. New Press. (2021). *Metrology and standardization challenges in Georgia*. <https://www.newpress.ge/metrology>
10. OECD. (2021). *Improving recycling policies in OECD countries*. <https://www.oecd.org/environment/waste/>
11. Prokopenko, O., Devadze, A., & Gechbaia, B. (2025). Blockchain in green supply chain management: Comparative legal perspectives from Estonia and Georgia. *Law, Business and Sustainability Herald*. <https://www.lbsherald.org/index.php/journal/article/view/72>
12. Reuter, M. A. (2012). *Challenges of metal recycling*. https://www.researchgate.net/publication/270048511_Challenges_of_Metal_Recycling
13. RECC Caucasus, Support to Waste Management and Development of Circular Economy in Georgia. RECC Caucasus. <https://recc-caucasus.org/project/support-to-waste-management-and-development-of-circular-economy-in-georgia>
14. Rizos, V., & Bryhn, J. (2022). Implementation of circular economy approaches in the electrical and electronic equipment (EEE) sector: Barriers, enablers and policy insights. *Journal of Cleaner Production*, 338, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130617>
15. Schnatmann, A. K., Schoden, F., Ehrmann, A., & Schwenzfeier-Hellkamp, E. (2023). R principles for circular economy in the textile industry – A mini-review. *Communications in Development and Assembling of Textile Products*, 4(2), 294–305. https://www.researchgate.net/publication/377061937_R_principles_for_circular_economy_in_the_textile_industry_-_a_mini-review
16. Technopolis-group (2016), Regulatory barriers for the circular economy: Lessons from ten case studies. (2016, July 13). Technopolis Group. <https://www.technopolis-group.com/wp-content/uploads/2020/02/Regulatory-barriers-for-the-circular-economy.pdf>
17. UN, *SDG Action #33479*, Georgia's Innovation and Technology Agency (GITA) – as an enabler of vibrant sustainable entrepreneurial ecosystem in the country. <https://sdgs.un.org/partnerships/georgias-innovation-and-technology-agency-gita-enabler-vibrant-sustainable>
18. UNEP. (2022). *Global circularity report: Metrics and standards for sustainable materials management*. <https://www.unep.org/resources/report/global-circularity-report>
19. UNIDO. (2020). *International and regional standardization memberships of Georgia*. <https://www.unido.org/resources/publications>
20. Waryam Sajid, Z., Aftab, U., & Ullah, F. (2024). Barriers to adopting circular procurement in the construction industry: The way forward. *Sustainable Futures*, 8, 100244. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2024.100244>

TECHNICAL SCIENCES

THE USE OF THE LATEST INFORMATION SYSTEMS IN EDUCATION

Verdiyeva G.

*Associate Professor, Department of Informatics and Algebra,
Ganja State University, Azerbaijan*

Gambarova S.

*Senior Lecturer, Department of Informatics and Algebra,
Ganja State University, Azerbaijan*

Asgarova T.

Senior Lecturer, Ganja State University, Azerbaijan

Jafarova B.

Senior Lecturer, Ganja State University, Azerbaijan

<https://orcid.org/0009-0007-4314-007X>

DOI: [10.5281/zenodo.17237878](https://doi.org/10.5281/zenodo.17237878)

ABSTRACT

This article examines the role of the latest information systems in education, their capabilities, and prospects for application. Particular attention is paid to the impact of digitalization on the quality of the educational process, the integration of data analysis and artificial intelligence technologies into the learning process, as well as issues of academic ethics and copyright protection.

Keywords: information systems, education, digitalization, research methods, academic ethics.

Introduction. The modern education system is undergoing a large-scale transformation under the influence of the Fourth Industrial Revolution. The digitalization of society necessitates the integration of the latest information systems (LIS) into the educational process. The use of data analysis technologies, online platforms, artificial intelligence, and cloud solutions is changing the nature of learning, expanding access to knowledge, and improving research practices (Walter et al., 2024, p. 22).

The methodological basis of modern education is built on a combination of different research approaches. One of the most sought-after areas is quantitative methods: questionnaires, testing, and mathematical and statistical processing of results. They allow us to identify trends, make forecasts, and objectively assess the effectiveness of information systems (Altunışık et al., 2017, p. 57). For example, questionnaires can be used to study students' attitudes toward online courses, and statistical analysis can be used to determine the correlation between the use of digital tools and academic performance.

Qualitative methods are equally important. These include interviews, focus groups, and projective techniques. In the digital environment, these methods have been further developed: interviews are conducted online, focus group discussions are recorded in virtual classrooms, and automated content analysis allows for the study of educational materials and students' digital communications (Yıldırım & Şimşek, 2021, p. 89). These approaches help to understand the underlying motives and barriers to using digital platforms.

A special place is occupied by the observation method, including both open and covert participation by the researcher. In educational practice, observation can be used to analyze student behavior in online classes, the dynamics of their involvement in virtual discussions, or the use of adaptive learning systems.

Finally, the experimental method remains a significant area of research. Modern digital technologies make it possible to simulate learning situations in a virtual environment, conduct pedagogical experiments with control and experimental groups, and record and analyze results in automated systems (Rahiman et al., 2024).

This approach ensures a high degree of reliability and reproducibility.

Together, these methods form the basis of a scientific approach to the digitization of education, allowing us to evaluate the effectiveness of the latest information systems and develop practical recommendations for their implementation.

Main part. Scientific research and the educational process are inextricably linked to the systematic use of information, which is particularly evident in the context of digitalization. The modern educational environment must meet the criteria of objectivity, accessibility, and verifiability of data, and the use of the latest information systems makes it possible to meet these requirements in practice. The integration of digital technologies makes it possible to automate the collection and analysis of educational data, which significantly reduces the time required to process information and increases the accuracy of results (Əhmədov et al., 2023, p. 145). Digital measurement and statistical processing methods increase the reliability of scientific conclusions, which is especially important when conducting pedagogical experiments and monitoring the quality of education (Altunışık et al., 2017, p. 211).

In addition, information systems open up broad prospects for organizing distance learning, where students and teachers can interact regardless of their geographical location, as well as for implementing joint research projects in an online environment, ensuring the exchange of knowledge and the formation of academic cooperation at the international level. Thus, the theoretical basis for the application of information systems in

education is based on the principles of objectivity and reproducibility, ensuring a high level of confidence in the results of learning and scientific research.

In the education system, the latest information technologies are used in a wide variety of areas, covering both the organization of the educational process and scientific research activities. One of the most common tools has become electronic learning platforms, among which Moodle, Microsoft Teams, and Google Classroom occupy a special place. These systems allow teachers to manage courses, conduct testing, organize discussions, and provide feedback, ensuring the continuity of the educational process even in a remote format (Rahiman et al., 2024).

Moodle is an open learning management system (LMS) that is flexible and can be customized to the specific needs of educational institutions. It supports the posting of educational materials, forums, tests, and assignments. In addition, Moodle actively integrates with other services, making it particularly popular in universities and schools with developed learning infrastructure. In scientific research, Moodle is used to track student activity and analyze their involvement in the educational process (Wang et al., 2024, p. 104934). Microsoft Teams was originally developed as a tool for teamwork, but with the digitization of education, it has become a full-fledged educational platform. It provides synchronous and asynchronous interaction between students and teachers, supports video lectures, integration with cloud services, and collaborative document editing. Teams is widely used in universities to organize blended learning, as it allows traditional forms of teaching to be combined with modern digital tools (Farahani & Ghasmi, 2024, pp. 54–55).

Google Classroom is a cloud-based platform focused on simplicity and accessibility. It is integrated with other Google services (Docs, Drive, Meet), making it convenient for both teachers and students. Classroom is used to assign tasks, check work, conduct assessments, and organize online discussions. Its advantages are its low entry threshold and cross-platform compatibility: students can use the system from both computers and mobile devices, which is especially important in the context of mass distance learning (Walter et al., 2024, p. 22).

Thus, Moodle, Microsoft Teams, and Google Classroom form the basis of modern digital learning, combining educational process management, communication, and analytics in a single environment. Their use contributes to the creation of a flexible and sustainable educational system capable of adapting to the challenges of global digitalization (Giannakos et al., 2024).

Among them, SPSS, R, and Python occupy a special place, each with its own specific features and methodological advantages.

SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) is traditionally considered the most convenient tool for educational research and social sciences. Its graphical interface allows data processing without in-depth programming skills, making it particularly popular among students and teachers. With SPSS, it is possible to quickly perform descriptive statistics, correlation anal-

ysis, regression modeling, and variance analysis. In educational research, the program is used to assess the impact of various factors on student performance, analyze test and questionnaire results, and make predictions about the quality of education. An example is the study of the relationship between the frequency of use of online platforms and academic performance (Altunışık et al., 2017, p. 175).

R is a programming language and statistical computing environment that provides users with much more flexible analysis tools. Unlike SPSS, R is geared toward researchers with coding skills, but in return offers a wide range of possibilities: from complex mathematical and statistical models to the visualization of large data sets. Thanks to specialized libraries (e.g., ggplot2, caret, psych), R allows researchers to build accurate models, develop forecasts, and apply machine learning methods. In education, R is used to analyze large student databases, identify hidden patterns, and test hypotheses, which ensures a higher level of scientific validity of pedagogical conclusions (Əhmədov et al., 2023, p. 154). Python has become one of the most popular tools in recent years due to its versatility and accessibility. Unlike R, it is used not only for statistics but also for software development, which makes it particularly valuable in interdisciplinary research. With the help of NumPy, Pandas, SciPy, and Scikit-learn libraries, Python allows you to process data arrays, perform machine learning, and build prediction models. In educational projects, Python is used to analyze large flows of information from online courses (e.g., student activity on Moodle or Coursera platforms), automate the assessment of academic achievement, and create adaptive learning systems that tailor themselves to the individual needs of students (Wang et al., 2024, p. 104934).

Thus, the use of SPSS, R, and Python forms a comprehensive methodological base, providing a balance between accessibility, accuracy, and flexibility of analysis. SPSS guarantees simplicity and speed, R guarantees depth and rigor of statistical calculations, and Python guarantees versatility and innovation, especially in the field of artificial intelligence. This approach allows not only to record learning outcomes, but also to adjust educational programs on a scientific basis, making them more adaptive and effective (Farahani & Ghasmi, 2024, pp. 53–55).

Artificial intelligence and machine learning technologies are also being actively introduced, contributing to the development of adaptive learning. Thanks to data analysis algorithms, it is now possible to personalize students' educational trajectories, create individualized learning plans, and identify hidden patterns in the assimilation of material. This improves the quality of education and allows for more effective consideration of the needs of each student. Virtual and augmented reality open up additional prospects, allowing laboratory experiments and practical classes to be simulated in a digital environment. Such technologies provide immersion in the learning process, expand opportunities for practical skills, and create conditions for mastering complex disciplines even with limited resources (Köroğlu, 2016, p. 89).

Thus, the practical significance of digital technologies in education is manifested in improving the effectiveness of teaching, deepening research activities, and creating an innovative educational environment capable of responding to the challenges of modern society. The introduction of the latest information systems into the educational process requires special attention to issues of academic ethics. The digital environment simplifies access to scientific materials, but at the same time increases the risk of copyright infringement and incorrect use of sources. In these conditions, the importance of the principles of integrity increases: mandatory citation, correct formatting of borrowings, exclusion of plagiarism, and respect for intellectual property (Hacıyev, 2015, p. 102). Modern educational institutions actively use software solutions to check the originality of texts and implement academic writing standards that foster a culture of responsible information use among students. Thus, digitalization must go hand in hand with the strengthening of ethical standards that ensure trust in the results of research and educational activities.

The integration of digital technologies opens up new horizons for the development of education and science. One of the key areas is the transition from traditional teaching to blended and distance learning, which allows for greater access to educational resources and increases the flexibility of the learning process (Yıldırım & Şimşek, 2021, p. 132). Along with this, there is a growing need to develop the digital skills of students and teachers, including skills in working with online platforms, data analysis, and the application of artificial intelligence in educational activities (Rahiman et al., 2024). Of particular importance is the integration of interdisciplinary research using Big Data technologies, which allow the humanities and natural sciences to be combined on a new methodological basis.

Another important vector for the future is the expansion of international academic cooperation through virtual research platforms that enable scientists and students from different countries to work together. All this makes information systems not only a tool for supporting education, but also a foundation for its qualitative transformation in the global digital environment.

Conclusion. The application of the latest information systems in education is a strategic direction for the development of the modern scientific and educational space. Digital technologies make it possible to automate the management of the educational process,

increase the effectiveness of scientific research, and create conditions for personalized learning, helping students develop the skills needed in the digital economy. They provide broader access to knowledge, promote international academic cooperation, and open up opportunities for the integration of interdisciplinary research. At the same time, the successful digitalization of education is only possible if the principles of academic ethics and integrity are observed, including the correct use of digital sources, respect for copyright, and the exclusion of plagiarism. Only by combining technological innovation and ethical responsibility can information systems become the foundation for the sustainable development of education and science in the future.

References

1. Altunışık, R., Coşkun, R., Yıldırım, E., & Bayraktaroğlu, S. (2017). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Sakarya Yayıncılık.
2. Əhmədov, F., Seyfullayev, İ., Quliyev, O., & Məmmədov, A. (2023). *Tədqiqat metodları*. Bakı: UNEC. ISBN: 978-9952-8479-3-2.
3. Farahani, M. S., & Ghasmi, G. (2024). Artificial intelligence in education: A comprehensive study. *Forum for Education Studies*, 2(3), 45–59. <https://doi.org/10.59400/fes.v2i3.1379>
4. Giannakos, M., et al. (2024). The promise and challenges of generative AI in education. *Behaviour & Information Technology*. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2024.2394886>
5. Hacıyev, T. (2015). *Azərbaycan folklorunda toponimlərin semantikasi*. Bakı: Nurlan.
6. Köroğlu, M. (2016). *Newtonian mechanics and modern science*. İstanbul: Beta Yayınları.
7. Rahiman, H. U., et al. (2024). Artificial intelligence empowered learning in higher education. *Cogent Education*, 11(1), 2293431. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2293431>
8. Walter, Y., et al. (2024). Embracing the future of artificial intelligence in the classroom. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3>
9. Wang, S., et al. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Computers & Education*, 206, 104934. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104934>
10. Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

No 173 (2025)

Sciences of Europe
(Praha, Czech Republic)

ISSN 3162-2364

The journal is registered and published in Czech Republic.
Articles in all spheres of sciences are published in the journal.

Journal is published in Czech, English, Polish, Russian, Chinese, German and French, Ukrainian.

Articles are accepted each month.

Frequency: 24 issues per year.

Format - A4

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal.
Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws.

Chief editor: Petr Bohacek

Managing editor: Michal Hudecek

- Jiří Pospíšil (Organic and Medicinal Chemistry) Zentiva
- Jaroslav Fährnich (Organic Chemistry) Institute of Organic Chemistry and Biochemistry Academy of Sciences of the Czech Republic
- Rasa Boháček – Ph.D. člen Česká zemědělská univerzita v Praze
- Naumov Jaroslav S., MD, Ph.D., assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities. (Kiev, Ukraine)
- Viktor Pour – Ph.D. člen Univerzita Pardubice
- Petrenko Svyatoslav, PhD in geography, lecturer in social and economic geography. (Kharkov, Ukraine)
- Karel Schwaninger – Ph.D. člen Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- Václav Pittner -Ph.D. člen Technická univerzita v Liberci
- Dudnik Oleg Arturovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods. (Chernivtsi, Ukraine)
- Konovalov Artem Nikolaevich, Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy. (Minsk, Belarus)

«Sciences of Europe» -

Editorial office: Křižíkova 384/101 Karlín, 186 00 Praha

E-mail: info@european-science.org

Web: www.european-science.org